



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Trebasert karbonlagring i bygningsmasse

Metodedokumentasjon

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 148 | 2020



Gry Alfredsen<sup>1</sup>, Knut Magnar Sandland<sup>1</sup>, Lars G. Tellnes<sup>2</sup>, Eivind Selvig<sup>3</sup>

<sup>1</sup>NIBIO avdeling Treteknologi, <sup>2</sup>NORSUS, <sup>3</sup>Civitas

**TITTEL/TITLE**

Treasert karbonlagring i bygningsmasse

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Gry Alfredsen, Knut Magnar Sandland, Lars G. Tellnes, Eivind Selvig

DATO/DATE:	RAPPORT REPORT NO.:	NR./	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
20.11.2020	6/148/2020		Åpen	51418	20/00182
ISBN:	ISSN:		ANTALL NO. OF PAGES:	SIDER/ NO. OF APPENDICES:	ANTALL NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02688-4	2464-1162		35		1

**OPPDRAUGSIVER/EMPLOYER:**

Miljødirektoratet

Viken fylkeskommune

The Bioeconomy Region

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Tomas Seim

Stig Hvoslef

Monika Elisabeth Bjerke Svanberg

**STIKKORD/KEYWORDS:**karbonlagring, CO<sub>2</sub>, treprodukter, kommune, fylkecarbon storage, CO<sub>2</sub> municipality, county**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Karbonlagring i bygninger

Carbon storage in buildings

**SAMMENDRAG:**

Råstoff fra skog er en viktig brikke for det grønne skiftet i Norge. Trebaserte bygningsmaterialer medfører som hovedregel lave utslipp i produksjonen og bidrar dessuten til lagring av karbon i et byggs levetid. Hvis materialene ombrukes som de er eller materialgjenvinnes, vil treprodukter kunne binde karbon langt utover en bygnings standardiserte levetid på 60 år. Treprodukter kan anvendes i alle typer bygninger og bygningsdeler, og det er et stort potensial for å øke andelen treprodukter i bygninger. Internasjonale og norske studier viser at potensialet er størst ved å bruke trevirke i langlevde produkter slik som bygningers bærekonstruksjoner. Norge har lang tradisjon for å bygge med tre, og er også et foregangsland når det gjelder innovativ bruk av tre i bygg. Kommunal sektor spiller en viktig rolle i arbeidet med å utvikle metoder og eksempler på bygninger med lavt klimagassfotavtrykk gjennom sin livssyklus, der utslipp knyttet til materialer, bygge- og anleggsfasen, tomteoppbehandling, energibruk i drift, transport i drift og demontering/avhending inngår i vurderingene. Bruk av materialer som har lavt utslipp i produksjon og samtidig lagrer karbon, er viktige tiltak for raskt å begrense menneskeskapt klimagassutslipp.

En utfordring i arbeidet med å øke kunnskapen om karbonlagring i bygg og bygningers klimafotavtrykk, som kan synliggjøre mulige utslippsreducerende tiltak, er at det for kommuner og fylker mangler beregningsverktøy som kan: 1) kvantifisere lagret karbon i tre i bygningsmassen og

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

synliggjøre klimaeffekten av dagens trebruk, 2) kvantifisere karbonlagring ved planlegging av fremtidige bygg.

I denne rapporten presenteres metodedokumentasjon for en modell som beregner lagring av trebasert karbon i bygningsmaterialer i dagens eksisterende og planlagte bygningsmasse, og omregning til CO<sub>2</sub>. Modellen er basert på kommunefordelt areal- og bygningsstatistikk fra SSB samt estimer på mengde (kg/m<sup>2</sup>) trebaserte produkter i ulike bygningstyper. Rapporten inneholder beskrivelse av modellen, datagrunnlaget samt brukerveiledning for en betaversjon av modellen som ligger tilgjengelig på <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>. Verktøyet kan brukes både på kommune- og fylkesnivå. Modellen er designet for å se endring i karbonlagring ved endringer i hele bygningsmassen i kommunen eller fylket, eller ved endringer i større bygningsporteføljer. Dette er ikke et verktøy for å beregne karbonlagringseffekt for enkeltbygg. For enkeltbygninger der man har detaljkunnskap om areal og materialbruk, bør man benytte andre LCA-baserte modeller med større detaljeringsgrad for å oppnå et mer anvendelig estimat.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	NIBIO

GODKJENT /APPROVED



LONE ROSS GOBAKKEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



GRY ALFREDSEN

# Deltagere i prosjektet

## *Oppdragsgivere:*



The Bioeconomy Region



Viken Fylkeskommune



Miljødirektoratet

## *Utførende partnere:*



Civitas



Norsk institutt for bærekraftsforskning



Norsk institutt for bioøkonomi

# Forord

Dette prosjektet er utført på oppdrag fra Miljødirektoratet, Viken fylkeskommune og The Bioeconomy Region.

Bestillingen i prosjektet inkluderte:

1. Et enkelt verktøy for kommunene og fylkeskommunene for å synliggjøre lagring av karbon i tre i eksisterende bygninger, med omregning til klimaeffekt målt i CO<sub>2</sub>.
2. En tiltakskalkulator som hjelper til med å se effekt av lagring av karbon i tre i den fremtidige bygningsmassen i de enkelte kommunene og fylkene.

Denne modellen er ment brukt for hele eller deler av bygningsmassen i kommunen eller fylket. Det er viktig å merke seg at dette ikke er et verktøy for å beregne effekten av enkeltbygg. For enkeltbygg henvises det til andre LCA-baserte modeller.

Rapporten inneholder beskrivelse av modellen og datagrunnlaget samt en brukerveiledning. Dette er beskrivelsen av en betaversjon av modellen som vil ligge tilgjengelig på Miljødirektoratets hjemmeside. Verktøyet kan brukes både på kommune- og fylkesnivå. Per i dag er modellen begrenset til mengde tre angitt som kg per m<sup>2</sup> bygningsareal.

Ås, 20.11.2020

Gry Alfredsen, Knut Magnar Sandland, Lars G. Tellnes og Eivind Selvig

# Innhold

1	Innledning.....	7
2	Beskrivelse av modellen .....	9
2.1	Karbonlager i eksisterende bygningsmasse.....	11
2.2	Potensial for karbonlager i planlagt bygningsmasse .....	12
3	Datagrunnlag .....	13
3.1	Areal per bygningskategori (type) .....	13
3.2	Eksisterende bygninger - mengder tre per kvadratmeter .....	13
3.2.1	Tidligere studier .....	13
3.2.2	Nye estimater for mengde tre i bygninger.....	15
3.2.3	Historisk utvikling av mengde tre per boligbygning – endring i byggeskikk.....	16
3.3	Planlagte nye bygninger – mengde tre per kvadratmeter .....	19
3.3.1	Bundet karbon sammenlignet med utslipp fra produksjon av bygningsmaterialer.....	21
4	Bruerveiledning.....	24
4.1	Beskrivelse av verktøyet.....	24
4.2	Oversikt - Kommune.....	24
4.3	Eksisterende bygg – Kommune .....	25
4.4	Planlagte bygg - Kommune.....	27
4.5	Oversikt – Fylke .....	29
4.6	Eksisterende bygg - Fylke .....	30
4.7	Planlagte bygg – Fylke .....	32
	Vedlegg.....	36



# 1 Innledning

Råstoff fra skog er en viktig brikke for det grønne skiftet i Norge. Trebaserte bygningsmaterialer og byggeprodukter medfører som hovedregel lave utslipp i produksjonen og bidrar dessuten til lagring av karbon i hele byggets levetid. Blir materialene ombrukt slik som de er eller materialgjenvunnet, vil treprodukter kunne binde karbon langt utover en bygningens standardiserte levetid på 60 år.

Trematerialer kan anvendes i alle typer bygg og bygningsdeler, og det er et stort potensial for å øke andelen trematerialer i bygninger.

Norge har lang tradisjon for å bygge med tre, og er også et foregangsland når det gjelder innovativ bruk av tre i bygg. Kommunal og fylkeskommunal sektor spiller en viktig rolle i arbeidet for utvikle metoder og eksempler på bygninger med lavt klimafotavtrykk, der utslipp knyttet til materialer, utslipp i bygge- og anleggsfasen, og ved tomteoppbearbeidelsen, energibruk i drift, transport i drift og demontering/avhending inngår i vurderingene. Valg av materialer som har lavt utslipp i produksjon og samtidig lagrer karbon, er viktig for raskt å begrense menneskeskapt klimagassutslipp.

## **Faktaboks**

Utdrag fra «Skogen som ressurs», Bergseng et al. 2016, Praktisk økonomi & finans Vol. 32, 3/2016.

*«Trær og andre planter tar opp CO<sub>2</sub>, og lagrer karbonet i biomassen. Når disse dør, brytes det organiske materialet gradvis ned. Det meste av det bundne karbonet frigis da til atmosfæren, men noe lagres i jordsmonnet. Over tid er det bygget opp et betydelig karbonlager i jorda, og når torvjord inkluderes er det estimert at karbon i jord utgjør om lag 80 % av totalt karbonlager i norsk skog (Strand, Callesen, Dalsgaard, de Wit 2016; Norwegian Environment Agency, Statistics Norway, Norwegian Institute of Bioeconomy Research 2016). Når Norge rapporterer sitt klimagassregnskap til FNs klimakonvensjon, er endringer i karbonbeholdningen både i levende biomasse, strø, død ved, torv- og mineraljord og treprodukter inkludert.*

*Selv om karbonbeholdningen samlet sett er størst i jorda, er det den levende biomassen vi i størst grad kan påvirke.*

*I sum er netto opptak i skogen på litt over 30 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter årlig. Det tilsvarer over 50 % av de menneskeskapt utslippene i Norge (Norwegian Environment Agency, Statistics Norway, Norwegian Institute of Bioeconomy Research 2016). Å forvalte skogen riktig er derfor et av flere virkemidler for å løse klimautfordringene.*

*Hvordan kan skog og biomasse bidra positivt til bioøkonomien? Skogråstoff og annen biomasse kan hovedsakelig bidra ved å inngå som råstoff til: 1) trebaserte produkter som lagrer karbon over lang tid, 2) bioenergi og 3) «nye produkter» hvor biomassen er brutt ned og videreforedlet (bioraffinering). Råstoff fra skog gir produkter som kan substituere fossile og klimagassintensive produkter (erstatningspotensial). Både internasjonale og norske studier viser at substitusjonspotensialet er størst ved å bruke trevirke i langlevde produkter (Klima- og Forurensningsdirektoratet 2011).*

*Karbon lagres i trematerialer, og jo lenger treproduktet er i bruk, jo lengre lagres karbonet. Tre- og trebaserte materialer med lang levetid vil også redusere total kostnadene til bygget. Riktig materialvalg, god design og detaljutførelse er en forutsetning for å oppnå lang levetid. Utskifting av materialer og komponenter vil medføre utslipp ved avhending, og i tillegg vil det komme utslipp knyttet til produksjon og transport av nye materialer og komponenter.»*

En utfordring i arbeidet med å øke kunnskapen om bygningers klimafotavtrykk og evne til å binde karbon, er at det for kommunene og fylkene mangler beregningsverktøy som kan:

1. Synliggjøre status og klimaeffekt av dagens trebruk i bygg gjennom beregning av lagret karbon, og
2. Se effekten av karbonlagring ved planlegging av fremtidige bygg.

For å bidra til å øke kunnskapsgrunnlaget for kommunene og fylkeskommunene har Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), Norsk institutt for bærekraftsforskning (NORSUS) og Civitas utviklet en enkel metode og modell for et karbonregnskap for trematerialer i samlet bygningsmasse på kommune- og fylkesnivå.

Dette er betaversjonen av modellen. Foreløpig er modellen begrenset til mengde tre angitt som kg per m<sup>2</sup>. Karbonlagring i andre bygningsmaterialer eller i form av karbonatisering av betong er ikke med i modellen.



## 2 Beskrivelse av modellen

Det viktigste datagrunnlaget for modellen er kommunefordelt bolig- og arealstatistikk fra SSB. Basert på denne statistikken gir modellen estimater for kommuner og fylker av:

1. Karbon i tre lagret i eksisterende bygningsmasse og årlig endring i karbonlageret i årene fra 2010 til 2018, og
2. Hvor mye karbon som potensielt kan lagres i trematerialer i planlagte bygningsmasser basert på utbyggingsplaner. I denne modellen må brukeren legge inn utbyggingplaner, dvs. hvor mange bygninger av ulike bygningstyper (kategorier) som planlegges bygget innenfor en tidsperiode. Det er også mulig å legge inn egne tall for areal og tre «materialkategorier» (hovedkonstruksjonstyper) for hver bygningstype. Materialkategoriene er massivtre, bindingsverk og stål/betong.

### Faktaboks

*Massivtre: «Massivtre består av sammenkoblede lag av treplanker der hvert lag er snudd vinkelrett på det underliggende (ofte kalt CLT, fra Cross Laminated Timber). Vanligvis festes lagene til hverandre med lim, men spiker og treplugger kan også brukes. Massivtre har stor styrke og kan brukes i bærende vegger, gulv og tak i høye bygg. Det har større holdbarhet under brann enn tradisjonelle trekonstruksjoner. Massivtre kan fremstilles i store elementer som gir kort byggetid. Massivtreelementer er planker (lameller) som er satt sammen til elementer ved bruk av spiker, skruer, tredybler, lim eller stålstag. Det finnes tre ulike hovedtyper: kantstilte elementer, krysslagte elementer og hulromselementer.»* Kilde: TreFokus (<http://www.trefokus.no/treveilederen/temaer/byggesystemer/massivtre>)

Det er viktig å merke seg forskjellen mellom limtre og massivtre: ved produksjon av massivtre legges ikke de ulike lagene i samme retning, men krysses som hovedregel i forhold til hverandre. Limtre anvendes først og fremst som søyler og dragere. Disse kan også utføres i prefabrikkert betong eller stål. Limtre kan dermed inngå som elementer i flere konstruksjonsmetoder, f.eks. i både betong-stål-konstruksjoner og bindingsverk-konstruksjoner.

*Bindingsverk: «Bindingsverk er en byggemåte for trehus. Bindingsverket er en skjelett-konstruksjon som enten trenger utfylling i hulrommene eller kledning på en eller begge sider for å danne en tett vegg mellom ute og inne. På folkemunne brukes ofte betegnelsen reisverk, som i fagspråk betegner en annen byggeteknikk. Bindingsverket består av vertikale stendere eller stolper og horisontale sviller i bunn og topp, ofte supplert med skråavstivning, spikerslag, losholter og utlektning.* Kilde: Wikipedia (<https://no.wikipedia.org/wiki/Bindingsverk>)

Modellen er basert på mengde tre (kg, m<sup>3</sup>) per m<sup>2</sup> bo-/bruksareal i ulike bygningstyper. Med «bo-/bruksareal» menes i denne rapporten bruksareal (BRA). BRA er areal innenfor omsluttende vegger, i henhold til Norsk standard NS 3940 Areal og volumberegninger av bygninger. Det er estimerte nasjonale gjennomsnittstall for eksisterende bygninger og erfaringsbaserte beregninger for trekonstruksjonsprinsipper og materialvalg for nye bygninger. Mengde tre, kg per m<sup>2</sup>, varierer etter konstruksjonsprinsipper og valg av materialer. For å beregne mengde trevirke i eksisterende bygningsmasse i kommunen eller fylket trenger man følgende data:

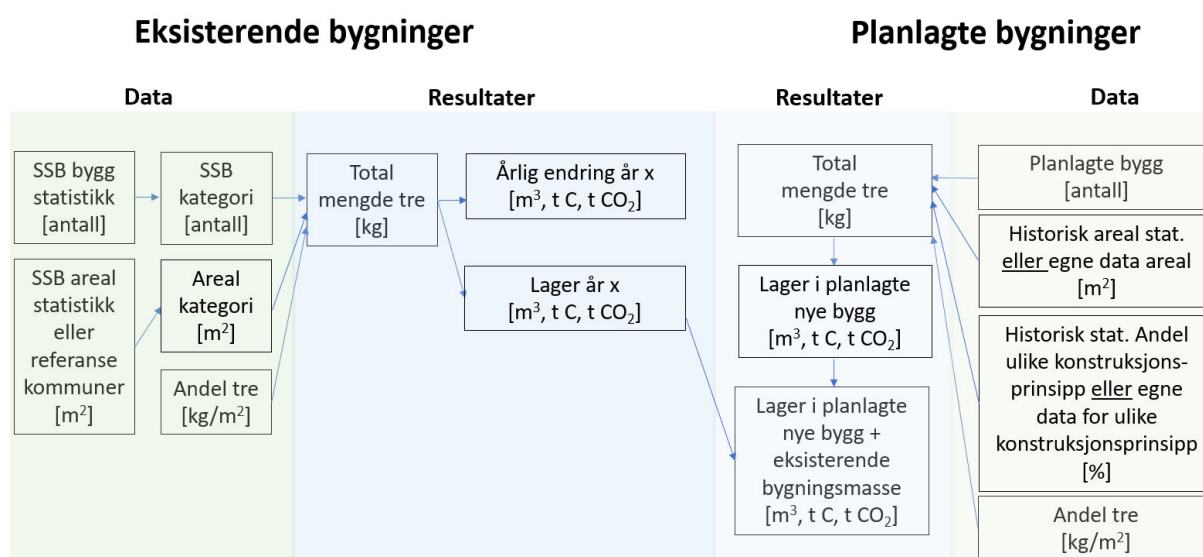
1. Antall bygg i ulike bygningstyper/funksjon,
2. Bo-/bruksareal for de ulike bygningstypene (m<sup>2</sup>),
3. Mengde trevirke (kg, m<sup>3</sup>) per m<sup>2</sup>.

For eksisterende bygninger hentes data for punktene 1)-3) automatisk i modellen, alt man trenger er å velge kommune.

Modellen kan anvendes til å beregne potensial for karbonlagring i porteføljen av nye bygninger som er under planlegging i en kommune eller fylke. I modellen velger man hvor mange bygninger som planlegges innen hver bygningskategori (funksjon), areal og hvilken andel av bygningene som man ønsker å bygge som «massivtre», «bindingsverk» og/eller «stål/betong». Konstruksjonsprinsippet «massivtre» kan i dette verktøyet også brukes for «laft». Det anbefales å bruke egne tall, men hvis man er usikker på areal og/eller materialvalg i planlagte bygninger kan man bruke «erfaringstallene» som ligger inne i modellen. (Anslag på fordeling av materialtyper i ulike bygningskategorier er basert på avrundede tall fra BYGGFAKTA, 2019. Anslag på areal er basert på historiske gjennomsnittstall fra og med år 2000).

Beregningen av potensial for karbonbinding legger til grunn at alle trebaserte produkter lagrer/binder karbon så lenge bygningene står. Modellen er begrenset til karbon som lagres i treprodukter og håndterer ikke karbon som er bundet i andre materialer, eller karbon som tas opp i materialer i løpet av levetiden f.eks. karbonatisering av betong.

Dette er nærmere beskrevet i kapittel 3. Flytskjema for modellen er illustrert i Figur 1.



**Figur 1.** Flytskjema for modellen «Trebasert karbonlagring i bygningsmasse». For eksisterende bygninger trenger brukeren kun å velge «kommune» for å få fram resultater. Fylkenes resultater er listet og framkommer direkte. For planlagte nye porteføljer av bygninger i kommuner og fylker, velges antall bygninger, areal (m<sup>2</sup>) og andel innenfor de ulike konstruksjonsprinsipper/materialbruk. Hvis man ikke velger andel konstruksjonsprinsipp gjennomføres beregningen ved bruk av de historiske data.

Det er viktig å presisere at modellen som er utviklet i dette prosjektet kun er egnet for potensialberegninger for porteføljer av bygninger, dvs. et større antall bygninger. Modellen kan ikke anvendes for enkeltbygg. For enkeltbygg må man benytte andre LCA-baserte modeller, for eksempel One Click LCA, ByggLCA, ISY calcus CO<sub>2</sub> eller lignende.

Metoden som er lagt til grunn i denne modellen avviker fra metoden som brukes ved rapportering av karbonlager i treprodukter (harvested wood products - HWP) i det nasjonale klimagassregnskapet. Det som skiller metodene er:

- Denne modellen tar utgangspunkt i SSB-statistikk for eksisterende bygningsmasse og årlige endringer i denne per kommune eller fylke. Mengde tre i bygningsmassen blir regnet ut basert på bo-/bruksareal og estimerer for mengde tre per m<sup>2</sup> for ulike bygningskategorier (for detaljer se

kapittel 2.1 og 3.2). Modellen skiller ikke på om trematerialene er produsert i Norge eller importert.

- Denne modellen baserer seg netto endring i bygningsmassen fra år til år (data fra SSB) for å estimere netto endring i karbonlageret. Det vil si at riving er tap av lagret karbon og nybygging er tilvekst i lagret karbon. Det anvendes fastsatte estimat for mengde tre (kg, m<sup>3</sup>) per m<sup>2</sup> bygning.
- I HWP-metoden som anvendes i det nasjonale klimagassregnskapet tas det utgangspunkt i nasjonal produksjon, innenlands forbruk og eksport av treprodukter innenfor tre produktgrupper; 'sawnwood' (trelast), 'wood-based panels' (trebaserte plater) og 'paper and paperboards' (papir- og kartongprodukter). Det vil si at importerte trematerialer ikke er inkludert i beregningene for karbonlager i treprodukter i Norge (HWP). Datagrunnlaget som er brukt i det nasjonale klimagassregnskapet er fra FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database, Food and Agriculture Organisation of the United Nations).
- I HWP-metoden brukes IPCC verdier for 'half-lives' for å beregne tap fra lageret. 'Half-lives' er kort fortalt, antall år det tar før halvparten av den opprinnelige biomassen i trevirkelageret er tapt, dvs. at det ikke lenger er i bruk i sin originale form.

## 2.1 Karbonlager i eksisterende bygningsmasse

Det finnes ikke offisiell statistikk for mengde tre/treprodukter i eksisterende bygningsmasse i kommuner eller fylker, f.eks. angitt som kg tre per m<sup>2</sup> total bygningsmasse. Denne modellen er utviklet for å avhjelpe behovet for slik statistikk.

Modellen gjør beregninger for enkeltkommuner og for samtlige fylker. Brukeren legger inn hvilken kommune som skal analyseres. Det hentes da inn relevante data for bygningsmassen i kommunen og beregningsresultater (historiske tall) presenteres i et eget oppslag (en egen arkfane).

For fylkeene oppgis beregningsresultatene samlet på et eget oppslag (en egen arkfane) i modellen. Med andre ord: man trenger ikke legge inn hvilket fylke man ønsker opplysninger om. Det er bare å hente de direkte ut.

Kommunedata, antall bygninger per kommune, er tilgjengelig fra SSB. Fylkesdataene i modellen er oppsummert fra kommunedataene. Modellen henter historiske tall tilbake til 2010.

Bygningskategoriene som oppgis av SSB anvendes også i denne modellen. Det ble for detaljert og omfattende for dette prosjektet å utvikle modellen til å inkludere alle bygningstyper i henhold til norsk standard (NS 3457). Navn og kode for grupperinger av alle bygningstypene er gitt i Vedlegg 1.

Modellen henter antall bygninger per kategori fra SSB-data og regner ut endringer i antall bygninger fra foregående år (netto endring = eksisterende bygninger – riving + nybygging).

Areal for boliger (kategoriene 11-15) hentes fra SSB. SSB har imidlertid ikke arealstatistikk for de andre bygningskategoriene slik at det ikke kan innhentes nye årlige oppdateringer. For de andre bygningskategoriene er det foretatt et estimat som så holdes fast for alle år tilbake til 2010, se Tabell 1. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 3.1.

Datagrunnlaget for mengde tre angitt som kg per m<sup>2</sup> i eksisterende bygninger er estimert basert på tidligere analyser (erfaringstall). Mengde tre angitt som kg per m<sup>2</sup> er også satt som et fast tall for alle år tilbake til 2010. Forutsetninger og resultater er gjennomgått og vist i detalj i avsnitt 3.2 og mengde tre per m<sup>2</sup> er angitt i Tabell 3.

Basert på antall bygninger, gjennomsnittlig areal per bygningskategori og mengde tre angitt som kg per m<sup>2</sup> per bygningskategori, regner modellen ut totalt antall kg treprodukter i kommunenes og fylkenes totale bygningsmasse (både offentlig og privat). Fra dette tallet beregner modellen ut de totale "lagerne" angitt som: kg tre, kubikkmeter tre, tonn karbon og tonn CO<sub>2</sub>. Beregnet netto endring i bygningsmassen anvendes til å beregne årlig netto endring for disse lagrene.

«Kubikkmeter tre» regnes ut ved å multiplisere antall kg tre med 0,0021 m<sup>3</sup>/kg ved 17% fuktighet. Utgangspunktet er en basisdensitet på 390 kg/m<sup>3</sup>, som gir en densitet på 483 kg/m<sup>3</sup> ved 17% fuktighet.

«Tonn karbon» regnes ut med å multiplisere lagret «kubikkmeter tre» med -0,225. Dette er konverteringsfaktoren for karbon i bartrær tonn C/m<sup>3</sup> (per air dry volume) (IPCC 2014).

«Tonn CO<sub>2</sub>» regnes ut ved å multiplisere «tonn karbon» med 44/12.

Resultatene presenteres i predefinerte tabeller og figurer.

## 2.2 Potensial for karbonlager i planlagt bygningsmasse

I modellens arkfane «Oversikt – Kommune» velges den aktuelle kommunen.

For fylkene listes alle fylkene i en egen arkfane, og man trenger ikke velge «fylke» for å komme videre i beregningene.

For planlagt bygningsportefølje (gruppe av bygninger/byggeprosjekter) er beregningsgrunnlaget beskrevet i detalj i avsnitt 3.1. Det anvendes den samme grupperingen av bygningskategorier (typer) som for eksisterende bygningsmasse.

For å gjennomføre beregningene må brukeren legge inn antall planlagte bygg fordelt på bygningskategorier (typer). Det anbefales at brukeren legger inn:

1. Bo-/bruksareal for de relevante bygningstypene. Men hvis man ikke har egne tall kan man bruke de som er foreslått i modellen, dvs. de historiske bo-/bruksareal per bygningstyp. Dette er detaljert beskrevet i kapittel 3.1.
2. Andel bygninger i prosent som planlegges bygget som massivtrekonstruksjoner, bindingsverk og/eller annet materiale (stål/betong). Hvis man ikke har egne tall kan man bruke de nasjonale gjennomsnittstallene som er foreslått i modellen. Dette er anslag bassert på BYGGFORSK 2019.

Modellen gir beregninger for «planlagte ny bygningsportefølje» og for summen av «planlagte ny bygningsportefølje og eksisterende bygningsmasse». Resultatene for eksisterende bygningsmasse er et gjennomsnitt av siste fem år for å unngå potensiell effekt av enkeltår med avvikende verdier.

Modellen beregner «lageret» som: kg tre, kubikkmeter tre, tonn karbon og tonn CO<sub>2</sub>. I tillegg beregnes netto årlig endring i «lageret» angitt som: kubikkmeter tre, tonn karbon og tonn CO<sub>2</sub>.

## 3 Datagrunnlag

### 3.1 Areal per bygningskategori (type)

SSB rapporterer årlig antall og areal for igangsatte boliger per kommune. Et gjennomsnitt fra 2000 til og med siste rapporteringsår brukes for å regne ut areal for enebolig, tomannsbolig, rekkehus/kjedehus/andre småhus, store boligbygg, bygning for bofelleskap samt fritidsbolig jf Tabell 1. Disse dataene brukes som grunnlag i modellen for å beregne areal for de ulike typene boliger per kommune.

Siden arealet i SSB-statistikken er angitt pr. boenhet og ikke per bygning, er følgende forutsatt: Kategorien «Tomannsbolig» er multiplisert med 2, «Rekkehus, kjedehus, andre småhus» er multiplisert med 3,5, «Store boligbygg (lavblokk, blokk)» er multiplisert med 3,5 for etasjer og 5 for boenheter per etasje, «Bygning for bofelleskap» er multiplisert med 3,5 for etasjer og 6 for boenheter per etasje.

Så langt vi kjenner til finnes det ikke data på igangsatte bygninger (antall og areal) fra SSB for de andre bygningstypene, kun gjennomsnittsareal per husholdning (SSB, pers. med. 2020). Areal per bygning for andre bygningstyper er våre egne estimater basert på et utvalg bygninger i tre eksempelkommuner.

Tabell 1. Areal i de ulike kategoriene av bygninger, bygningstyper. Tallene for boliger er basert på årlige tall fra SSB her vist som landsgjennomsnitt 2000-2019 (\*), arealene for andre bygningskategoriene er estimert i dette prosjektet basert på tre eksempelkommuner.

Kategorinavn	Kategorienr. SSB i hht NS 3457	Bo-/bruksareal per bygg (m <sup>2</sup> )
Enebolig*	11	166
Tomannsbolig*	12	188
Rekkehus, kjedehus, andre småhus*	13	316
Store boligbygg (lavblokk, blokk)*	14	1149
Bygning for bofelleskap*	15	1126
Fritidsbolig*	16	72
Koie, seterhus og lignende	17	28
Garasje og uthus til bolig	18	37
Annen boligtype	19	86
Industri og lagerbygning	2	818
Kontor- og forretningsbygning	3	3051
Samferdsels- og kommunikasjonsbygning	4	1027
Hotell- og restaurantbygning	5	580
Kultur- og forskningsbygning	6	877
Helsebygning	7	4504
Fengsel, beredskapsbygning mv.	8	2811

### 3.2 Eksisterende bygninger - mengder tre per kvadratmeter

#### 3.2.1 Tidligere studier

For beregningen av den historiske mengden karbonlagring i treprodukter i bygninger i Norge, er det tidligere blitt beregnet mengden karbon per kvadratmeter i ulike typer bygg. Noen studier har da tatt utgangspunkt i volum trevirke per kvadratmeter, mens andre studier har sett på vekt av trevirke per

kvadratmeter. Mengden karbon og da karbonlagring er tilnærmet lik per kg tørrvekt av trevirke, men fuktighet, densitet og mengde tre angitt som kg per m<sup>2</sup> kan variere mellom ulike produkter. I Bache-Andreassen (2009) opplyses det om at IPCC default (standardverdi) er å bruke 450 kg tørt trevirke per kubikkmeter for heltrevirke og 628 kg tørt trevirke per kubikkmeter for trebaserte plater. Videre har de beregnet et nasjonalt snitt for Norge på 396 kg tørt trevirke per kubikkmeter basert på andel gran, furu og løvtre. Siden trevirke krymper når det tørker, så finnes det flere måter å regne tetthet/densitet på, men i denne rapporten antar vi tørrvekt per volum basert på fuktigheten som produktene har i salg. Alternative mål er tørrdensitet (basert på tørrvekt og tørket volum) og basisdensitet (basert på tørrvekt og vått volum). Mengde trevirke og karbonlagring i treprodukter har de siste årene blitt beregnet ved utarbeidelse av miljødeklarasjoner (EPD) og tallene i Tabell 2 under er hentet fra slike (standart sponplate fra Forestia, konstruksjonsvirke fra Treindustrien). Tabell 2 viser at karboninnhold per kubikkmeter produkt varierer mellom gran, furu og sponplater.

Tabell 2. Karboninnhold i ulike treprodukter ved salg angitt som kg karbon og CO<sub>2</sub> per kubikkmeter produkt.

Produkt	Vekt produkt per m <sup>3</sup> [kg]	Standardavvik, tørrvekt per m <sup>3</sup> [%]	Tørrvekt per m <sup>3</sup> [kg]	Karbon per m <sup>3</sup> [kg]	CO <sub>2</sub> per m <sup>3</sup> [kg]
Byggtre, gran, 12% trefuktighet	420	10 %	375	187,5	687,5
Byggtre, furu, 12% trefuktighet	487	15 %	435	217,5	797,5
Sponplate, standard	670	3 %	540	270	990

I de første modellene for karbonlagring i Norge ble det tatt utgangspunkt i vekt av trevirke per kvadratmeter og det ble i hovedsak delt mellom bolig, boligblokk og ikke-boligbygg (f.eks. Flugsrud et al. 2001). I Bache-Andreassen (2009) ble denne modellen videreutviklet til flere bygningstyper og byggeår. Det ble også tatt utgangspunkt i tremengde i kubikkmeter per kvadratmeter for ulike bygningstyper samt tremengder i uteområder knyttet til bygningene, terrasse, vindsperre og gjerder, oppgitt per bygning. Tre i interiør; dører, trapper og møbler, ble ikke inkludert per kvadratmeter fordi det ikke finnes statistikkgrunnlag for disse produktene. Tre i interiør ble derfor beregnet på en forenklet måte basert på produksjonsmengde. En sammenstilling av trevirke per kvadratmeter og bygningskategori fra tidligere studier er vist i Tabell 3. Tabellen viser at det er en del variasjon mellom de ulike studiene.

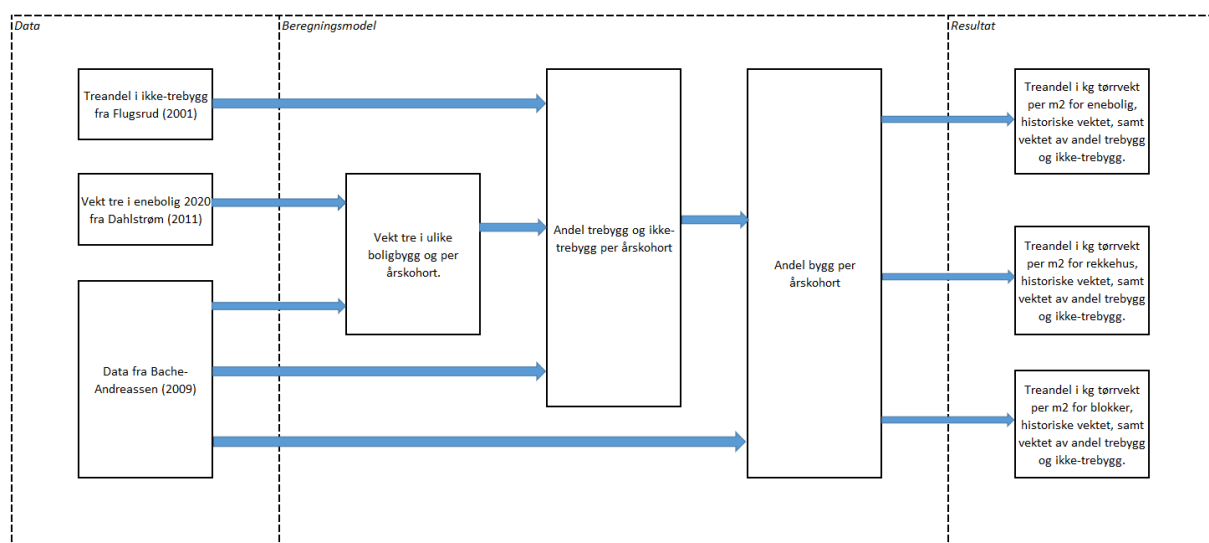
Resultatene fra disse tidligere studiene har vi som en kvalitetssikring sammenlignet med nyere data for materialbruk i eneboliger. Med utgangspunkt i dagens praksis ved oppføring av enebolig ble det gjort en beregning av mengden trevirke for enebolig etter passivhuskrav basert på materiallisten i Dahlstrøm (2011).

Tabell 3. Mengde trevirke per kvadratmeter og per byggtipe fra tidligere studier

Kode	Kategorinavn	Flugsrud (2001) [kg/m <sup>2</sup> ]	Bache-Andreassen (2009) [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	Bache-Andreassen (2009) omregnet [kg/m <sup>2</sup> ]
11	Enebolig	150	0,13-0,35	51-139
12	Tomannsbolig	150	0,0,12-0,31	48-123
13	Rekkehus, kjedehus og andre småhus	150	0,12-0,31	48-123
14	Store boligbygg	15	0,015-0,08	6-32
15	Bygning for bofellesskap	15	0,015-0,08	6-32
16	Fritidsbolig		0,19	75
17	Koie, seterhus og lignende		0,19	75
181	Garasje, uthus og anneks knyttet til bolig		0,055	22
182	Garasje, uthus og anneks knyttet til fritidsbolig		0,1	40
183	Naust, båthus, sjøbu		0,1	40
19	Annen boligbygging			40
2	Industri- og lagerbygning	17,5	0,1	40
24	Fiskeri- og landbruksbygning		0,1	40
3	Kontor- og forretningsbygning	17,5	0,015-0,08	6-32
4	Samferdsels- og kommunikasjonsbygning	17,5	0,1	40
5	Hotell- og restaurantbygning	17,5	0,1	40
6	Undervisnings-, kultur- og forskningsbygning	17,5	0,1	40
7	Helsebygning	17,5	0,1	40
8	Fengsels-, beredskapsbygning mv.	17,5	0,1	40

### 3.2.2 Nye estimater for mengde tre i bygninger

NORSUS har gjennomført nye beregninger for mengde tre angitt som kg per m<sup>2</sup> som vektet snitt for enebolig, rekkehus og blokk. Dette er gjennomsnittverdi for disse bygningstypene uavhengig av byggemåte, dvs. et gjennomsnitt av trebygg og ikke-trebygg. Beregningen gjenspeiler byggepraksis gjennom flere år. En oversikt over modellen er vist i Figur 2.



Figur 2. Oversikt over modellen for beregning av mengde tre i boligbygg angitt som kg per m<sup>2</sup>. NORSUS.



For dagens praksis ved oppføring av «enebolig passivhus» ble det gjort en beregning av mengde trevirke (m<sup>3</sup>) basert på materialister fra Dahlstrøm (2011). Resultatet viser at ved omregning til m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup>, så lå trebruken på cirka 0,2. Mengden av dette trevirke er fordelt med ca 60 % som byggtre (konstruksjonsvirke) og ca. 40 % som trebaserte plater, I-bjelker, vinduer og dører. Dette gjør at beregninger basert på kubikkmeter og fast densitet gir stor usikkerhet. For å redusere usikkerheten bør en modell ikke ta utgangspunkt i kubikkmeter treprodukter og snittdensitet, men heller benytte tørrvekt av trevirke per kvadratmeter basert på mengden av de ulike produktene. Mengden trevirke som ble regnet om til kg tørt trevirke og omfang av bygningsdeler i bygg som er med i denne rapporten er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Omfang mengde trevirke per m<sup>2</sup> av bygningsdeler fra enebolig og bygningsdel (i hht. NS 3451 Bygningsdelstabellen) som er med i studien er listet.

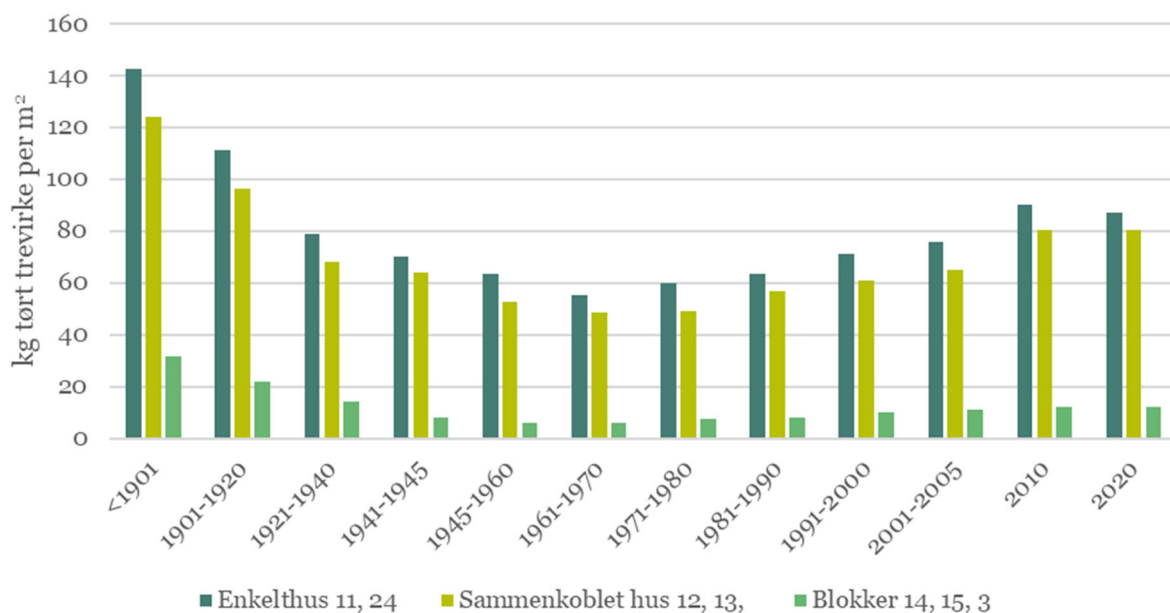
1-sifret bygningsdel	2-sifret bygningsdel	Detaljering av omfang (hele 2-siffer eller bare deler angitt på 3-sifternivå)
2 Bygning	20 Bygging generelt	Inkludert
	21 Fundamenter	Inkludert
	22 Primære bygningsdeler	Inkludert
	23 Sekundære bygningsdeler	233 Vinduer og 235 ytterdører inkludert
	24 Sekundære bygningsdeler	242 Gulvsystemer, 243 ikke-bærende vegger og 244 innvendige dører inkludert
	25 Overflater	251 Utvendige overflater kun i oppføring av bygget
	26 Supplerende bygningsdeler	Ikke inkludert
	27 Fast inventar	Ikke inkludert
	28 Prefabrikkerte rom	Ikke inkludert
29 Andre byggt tekniske deler		Ikke inkludert
3 VVS-Installasjoner	Alle underkategorier	Ikke inkludert
4 Elkraft	Alle underkategorier	Ikke inkludert
5 Tele og automatisering	Alle underkategorier	Ikke inkludert
6 Andre installasjoner	Alle underkategorier	Ikke inkludert
7 Utendørs	Alle underkategorier	Basert på per hus i Bache-Andreassen (2009) med 1 m <sup>3</sup> per hus

### 3.2.3 Historisk utvikling av mengde tre per boligbygning – endring i byggeskikk

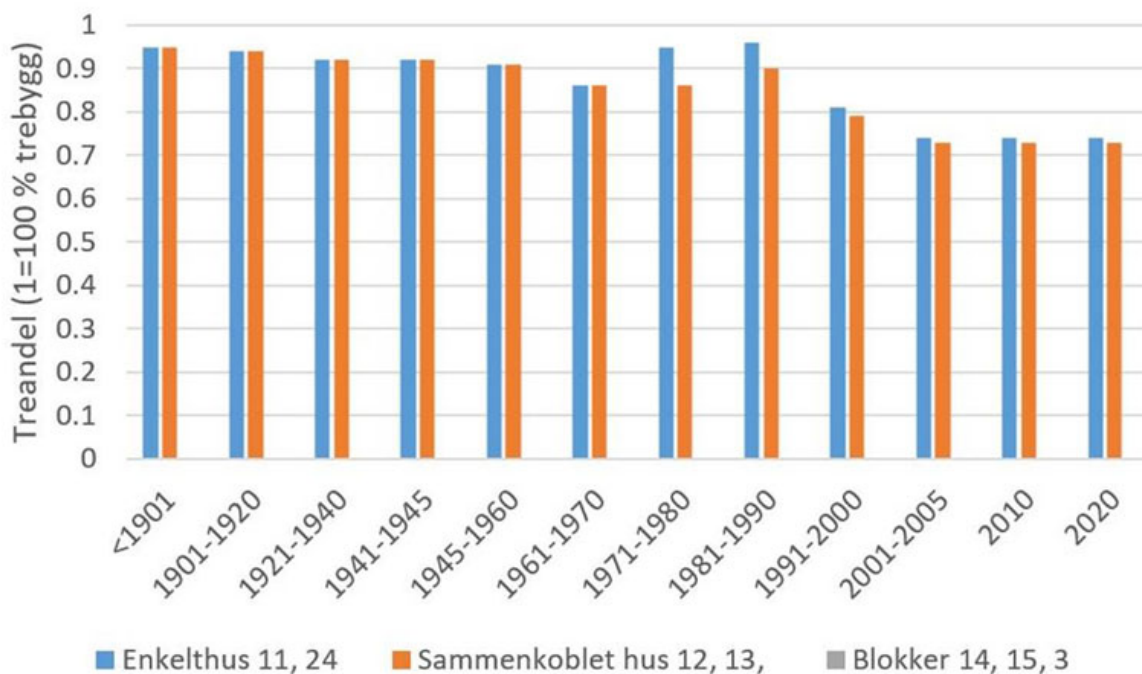
Tremengde i bygg per kvadratmeter er forskjellig for ulike årstall, og var høyest før 1900 og sank fram til rundt 1970, men har deretter økt noe igjen fram til 2020. Figur 3 viser tremengde i vekt per kvadratmeter fra ulike tidsperioder basert på data i Bache-Andreassen (2009) og Dahlstrøm (2011).

Andel trebygg har også endret seg historisk. Den var høyest før 1900, og har sunket jevnt fram til i dag, jf. Figur 4.

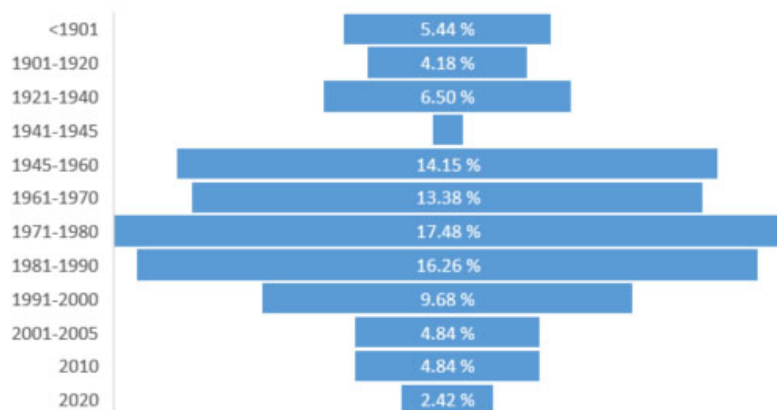
Dagens boligmasse er ikke basert på dagens teknologi og praksis, men en fordeling av praksis over mange år. Andel bygninger fra ulike tidsperioder er vist i Figur 5. Figuren gir et bilde av alderssammensetningen i bygningsmassen.



Figur 3. Tremengde i bygninger i Norge i ulike tidsperioder historisk. 11 = enebolig, 24 = fiskeri- og landbruksbygning, 12 = tomannsbolig, 13 = Rekkehus, kjedehus, andre småhus, 14 = Store boligbygg, 15 = Bygning for bofelleskap, 3 = kontor- og forretningsbygning. Kilde: Data fra Bache-Andreassen (2009) fram til og med 2010. 2020 data er basert på Dahlstrøm (2011).



Figur 4. Andel trebygg historisk fra 0-1, hvor 1 er lik 100% trebygg. 11 = enebolig, 24 = fiskeri- og landbruksbygning, 12 = tomannsbolig, 13 = Rekkehus, kjedehus, andre småhus, 14 = Store boligbygg, 15 = Bygning for bofelleskap, 3 = kontor- og forretningsbygning. Kilde: Data fra Bache-Andreassen (2009)



Figur 5. Fordeling byggeår for dagens eneboliger. Kilde: Bache-Andreassen (2009)

Basert på vekt av trevirke i eksisterende trebygg så er det i dette prosjektet og til bruk i modellen, beregnet snitt for dagens bygningsmasse for utvalgte kategorier av bygg. For andre bygningskategorier er mengden fra Bache-Andreassen (2009) anvendt i modellen. De ulike tremengdene og kilder er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Mengde trevirke per kvadratmeter og per bygningstype som anvendes i modellen for beregning av karbonlagre i den samlede bygningsmassen i kommuner og fylker

Kode	Kategorinavn	Mengde tre [kg/m <sup>2</sup> ]	Kilde
11	Enebolig	72	Denne rapporten
12	Tomannsbolig	62	Denne rapporten
13	Rekkehus, kjedehus og andre småhus	62	Denne rapporten
14	Store boligbygg	11	Denne rapporten
15	Bygning for bofellesskap	11	Denne rapporten
16	Fritidsbolig	75	Bache-Andreassen (2009)
17	Koie, seterhus og lignende	40	Bache-Andreassen (2009)
18	Garasje og uthus til bolig	22	Bache-Andreassen (2009)
19	Annen boligbygging	40	Bache-Andreassen (2009)
2	Industri- og lagerbygning	40	Bache-Andreassen (2009)
3	Kontor- og forretningsbygning	11	Denne rapporten
4	Samferdsels- og kommunikasjonsbygning	40	Bache-Andreassen (2009)
5	Hotell- og restaurantbygning	40	Bache-Andreassen (2009)
6	Undervisnings-, kultur- og forskningsbygning	40	Bache-Andreassen (2009)
7	Helsebygning	40	Bache-Andreassen (2009)
8	Fengsels-, beredskapsbygning mv.	40	Bache-Andreassen (2009)

Videre forbedring av modellen vil i hovedsak kreve forbedrede data for mengde tre i ulike konstruksjonsprinsipper og bygningstyper. Skoler er en bygningstype som vil være spesielt interessant for offentlige aktører.

Det ble ikke funnet historiske data for mengde tre i ulike konstruksjonsprinsipper og bygningstyper, men en studie fra 1998 viste at for et utvalg skolebygg var cirka 50 % av dem med bærekonstruksjon i tre og 25 % i stål eller betong, mens resten var paviljong eller annet/uoppgitt (Thommassen og Jensen 1998). Dette viser at det er utstrakt bruk av tre i skoler og indikerer at modellen underestimerer karbonlagring i denne bygningskategorien.

### 3.3 Planlagte nye bygninger – mengde tre per kvadratmeter

Modellen gir mulighet til å beregne framtidig endring i karbonlagre i bygningsmassen basert på planlagt bygging i kommunen. Brukeren må oppgi planlagt antall bygninger fordelt på kategorier. Man kan deretter enten velge de angitte standardverdiene for bo-bruksareal per bygningstype eller legge inn egne kommunespesifikke tall for den planlagte bebyggelsen. Videre krever modellen at det skal angis hvor stor andel (arealandel) som planlegges bygd som massivtrehus, bindingsverk av tre og/eller betong/stålbygg. Data for tremengde per m<sup>2</sup> i ulike bygningskategorier/typer og byggemåter er hentet fra modellen One Click LCA, fra enkelte FutureBuilt-prosjekter ([www.futurebuilt.no](http://www.futurebuilt.no)) og ZEN-case (2020). Sistnevnte er en studie som omfatter mer enn 130 bygninger hvor det er utført og dokumentert klimagassberegninger. Det er likevel stor usikkerhet knyttet til estimatene som er utført med ulike LCA-baserte modeller for klimagassbudsjetter og regnskap for bygninger. Modellene baserer seg på materialmengder hentet fra bygningsinformasjonsmodeller (BIM) som deretter multipliseres med generiske utslippsfaktorer for materialer og/eller spesifikke miljøvaredeklarasjoner (EPD-data) for materialer som inngår i bygningene. Mengde tre angitt som kg/m<sup>2</sup> for ulike bygningskategorier og konstruksjonsprinsipp/materialvalg som anvendes i modellen er vist tabell 6. Disse anvendes til å regne ut potensial for total mengde tre i kg for hver bygningskategori av planlagte nye bygninger.

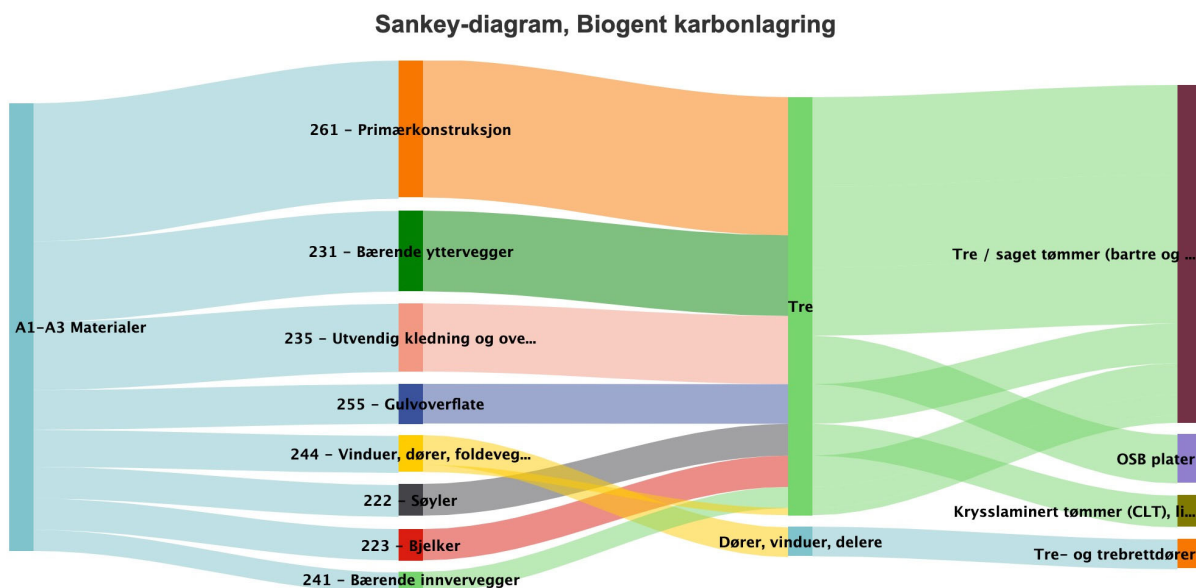
**Tabell 6. Estimert mengde trevirke per kvadratmeter og per byggtipe. Verdiene anvendes i modellen for beregning av potensiell karbonlagring i planlagt ny bygningsmasse. Tallene er gjennomsnittlige estimater og egner seg kun på porteføljenivå/gruppe av bygninger (bygningmasse). Kilde: Denne rapporten. Beregninger er utført i One Click LCA og/eller hentet fra pilotprosjekter i FutureBuilt, FME ZEB og FME ZEN.**

Kode	Kategorinavn	Mengde tre [kg/m <sup>2</sup> ]			Kilde	BRA (oppvarmet)
		Massivtre	Bindings- verk i tre	Stål/ betong		
11	Enebolig	181	69	28	Denne rapporten	Ca. 240 m <sup>2</sup>
12	Tomannsbolig	181	69	28	Denne rapporten	Ca. 500 m <sup>2</sup> (satt lik bygningskat. 11)
13	Rekkehus, kjedehus og andre småhus	220	83	34	Denne rapporten	Ca. 500 m <sup>2</sup>
14	Store boligbygg	142	95	38	Denne rapporten	Ca. 3600 m <sup>2</sup>
15	Bygning for bofellesskap	142	95	38	Denne rapporten	Ca. 3600 m <sup>2</sup> (satt lik bygningskat 14)
16	Fritidsbolig	287	127	51	Denne rapporten	Ca. 50 m <sup>2</sup>
17	Koie, seterhus og lignende	-	-	-	Data ikke tilgjengelig per i dag	
18	Garasje og uthus til bolig	-	-	-	Data ikke tilgjengelig per i dag	
19	Annen boligbygging	-	-	-	Data ikke tilgjengelig per i dag	
2	Industri- og lagerbygning	147	8*	8	Denne rapporten	Ca. 9800 m <sup>2</sup> BRA, Sandwich
3	Kontor- og forretningsbygning	135	81	10	Denne rapporten	
4	Samferdsels- og kommunikasjonsbygning	-	-	-	Data ikke tilgjengelig per i dag	
5	Hotell- og restaurantbygning	150	51	11	Satt lik bygningskat 6	
6	Undervisnings-, kultur- og forskningsbygning	150	51	11	Ca. 1150 m <sup>2</sup> BRA. Liten høyskolebygning	
7	Helsebygning	163	55	10	Ca. 8500 m <sup>2</sup> helsebygg	
8	Fengsels-, beredskapsbygning mv.	-	-	11	Data ikke tilgjengelig per i dag	

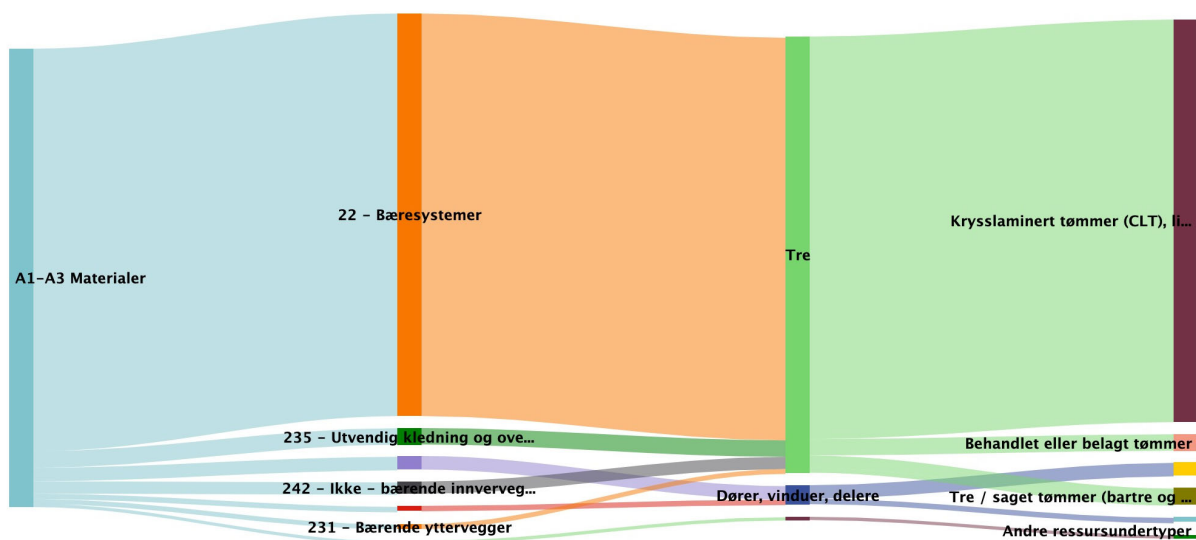
\* Referanse for industri- og lagerbygninger er sandwichelementer (stålkonstruksjon)

Figur 6, 7 og 8 er illustrasjoner av hvordan biogent karbon er lagret i ulike bygningsdeler og ulike produktgrupper i en fritidsbolig (Figur 6) bygget i bindingsverk, en boligblokk/lavblokk bygget i massivtre (Figur 7) og en boligblokk/lavblokk i bindingsverk (Figur 8).

Bundet karbon er 127 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> bo-/bruksareal for fritidsboligen, 142 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> for lavblokken i massivtre og 95 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> bo-/bruksareal for lavblokken i bindingsverk. Fordelingen mellom bygningsdeler er svært forskjellig. I massivtrekonstruksjonen er ikke overraskende den desidert største karbonandelen knyttet til bæresystemet (Figur 7), mens i bindingsverkkonstruksjonene er det jevnere fordelt på de ulike bygningsdelene (Figur 6 og 8).



Figur 6. Eksempel på biogent karbon lagret i treprodukter (livsløpsmodulene A1-A3) i en fritidsbolig på 50 m<sup>2</sup> bo-/bruksareal. Bindingsverk av tre. Råvareuttak (A1), transport til fabrikk (A2), produksjonsprosessen fram til ferdig vare for utsendelse fra fabrikkport (A3). Kilde: Eivind Selvig beregnet i One Click LCA



Figur 7. Eksempel på biogent karbon lagret i treprodukter (livsløpsmodulene A1-A3) i en boliglavblokk på fire etasjer og ca. 2000 m<sup>2</sup> bo-/bruksareal som er bygget med massivtre. Råvareuttak (A1), transport til fabrikk (A2), produksjonsprosessen fram til ferdig vare for utsendelse fra fabrikkport (A3). Kilde: Eivind Selvig beregnet i One Click LCA



**Figur 8. Biogent karbon lagret i treprodukter (A1-A3) i en boliglavblokk tre etasjer bindingsverk på ca. 1140 m<sup>2</sup> bo-/bruksareal. Bindingsverk av tre. Fordelt på bygningsdeler. Kilde: Eivind Selvig beregnet i One Click LCA**

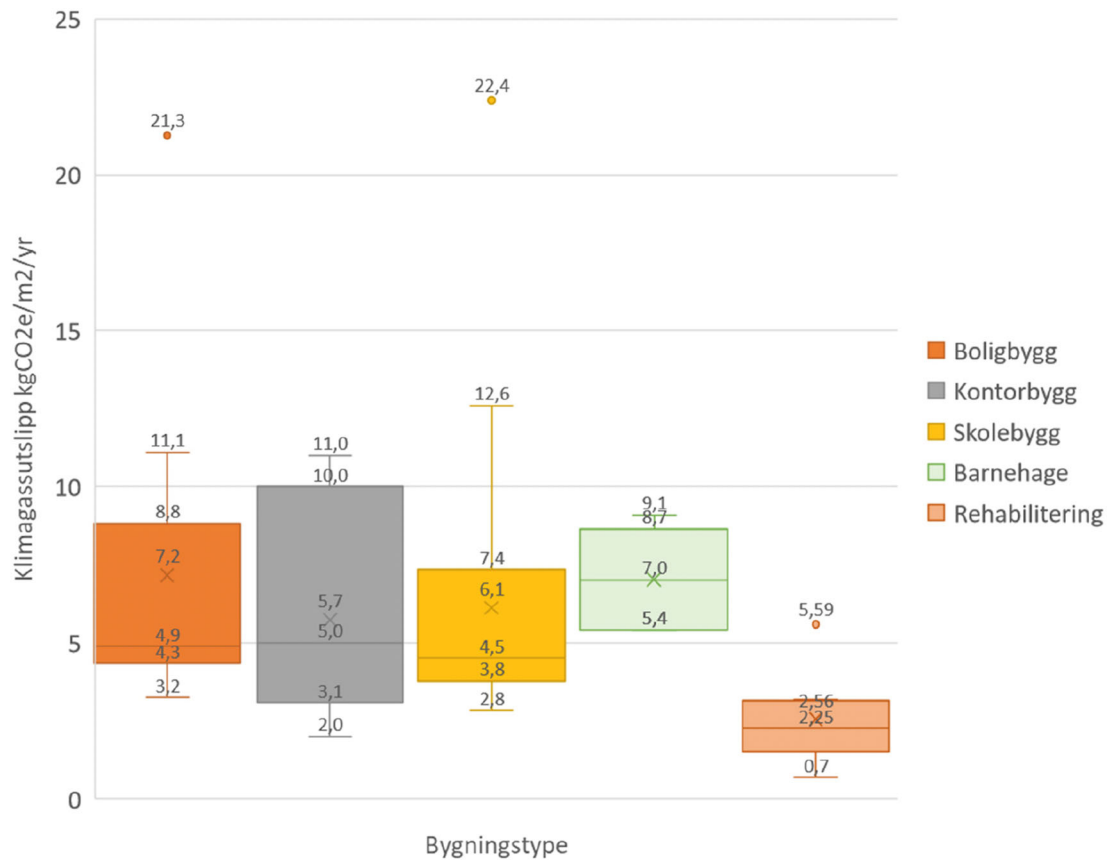
### 3.3.1 Bundet karbon sammenlignet med utslipp fra produksjon av bygningsmaterialer

I en stor studie av byggeprosjekter der det er utført klimagassberegninger og laget helhetlige klimagassregnskap for materialene i bygningen, er det dokumentert hva som er typiske utslippsnivåer fra produksjon av materialer som inngår i bygningene (Kjelseth Wiik et al. 2020). Bygningstyper og konstruksjonsprinsipper varierer, men det er konkludert med hva som kan være å anse som nivået for «dagens praksis». I figurene 9, 10 og 11 er det vist hva som er utslippsnivåene for ulike typer bygninger (som er bygget) og variasjonen innenfor utvalget på totalt 130 bygninger. Livsløpsmodulene A1 (råvareuttak), A2 (transport til fabrikk), A3 (produksjonen) og B4 (utskiftning av bygningsdeler som har kortere levetid enn bygningen). Utslippet er angitt som kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> og år. Det er lagt til grunn 60 års levetid. Ved å multiplisere tallene i figurene med 60 får man utslipp per m<sup>2</sup> bo-/bruksareal. Dette utslippstallet kan så sammenlignes med bundet CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> fra Tabell 6.

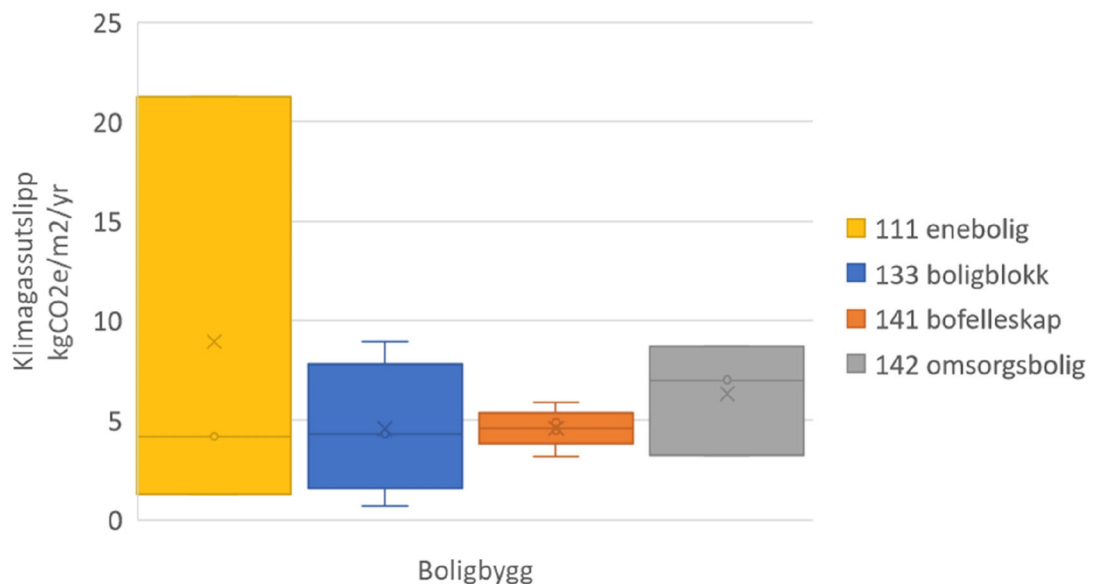
Utslippsnivåene fra materialer ligger mellom ca. 300 og 600 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Datamaterialet indikerer at rehabiliteringsprosjekter (totalrenovering) vil ligge på 1/3 til 1/4 av utslippsnivået til nybygg. Imidlertid så viser pilotprosjektene at det er mulig for nye bygninger å redusere klimagassutslippet ned til 150 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> ved å optimalisere materialbruken i design og valg av materialer.

I følge Tabell 6 er bundet biogent karbon i bygninger mellom 10 og 150 kg kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>, dvs. fra under en prosent til opp til 50 prosent av samlet utslipp fra produksjon av materialene i en bygning.

Bundet biogent karbon er dermed betydelig sammenlignet med utslipp fra produksjonen av alle materialer som inngår i en bygning. Estimaten indikerer også at bygningsmassen utgjøre et betydelig nasjonalt biogent karbonlager.

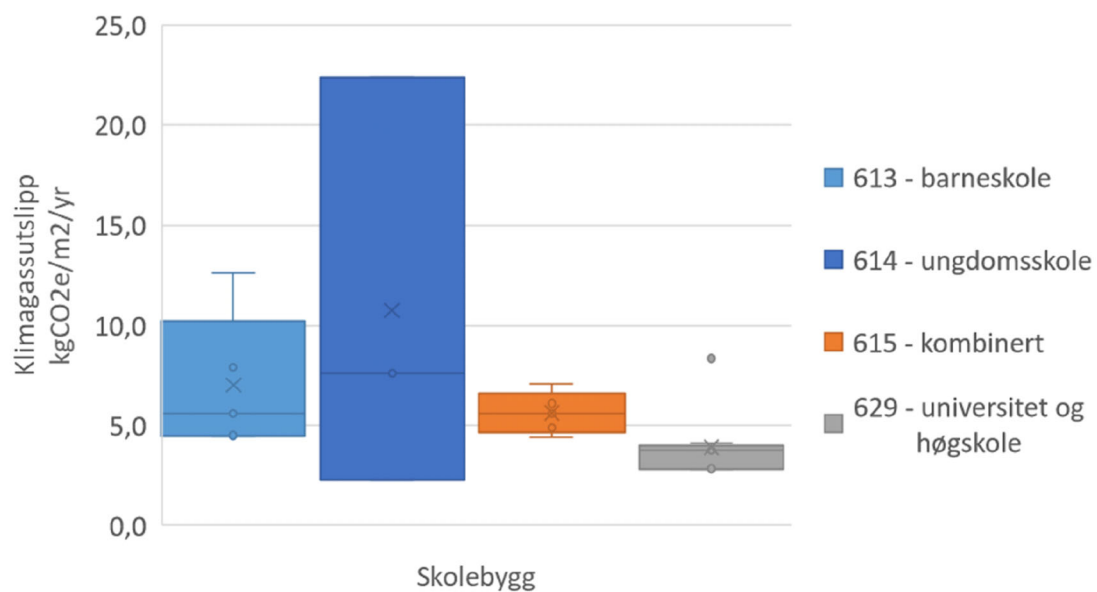


Figur 9. Utslipp fra materialer (A1-A3 og B4) for ulike bygningstyper, som er bygget. For mer detaljert forklaring se Kjelseth Wiik et al. (2020). Kilde: Figur hentet fra ZEN REPORT No. 24 – 2020 (Kjelseth Wiik et al. 2020)



Figur 10. Utslipp fra materialer (A1-A3 og B4) for ulike boligbygg, som er bygget. For mer detaljert forklaring se Kjelseth Wiik et al. (2020). Kilde: Figur hentet fra ZEN REPORT No. 24 – 2020 (Kjelseth Wiik et al. 2020)





Figur 11. Utslipp fra materialer (A1-A3 og B4) for ulike skolebygg, som er bygget. For mer detaljert forklaring se Kjelseth Wiik et al. (2020). Kilde: Figur hentet fra ZEN REPORT No. 24 – 2020 (Kjelseth Wiik et al. 2020)

## 4 Brukerveiledning

Denne brukerveiledning går trinnvis gjennom de ulike fanene i Modellen.

### 4.1 Beskrivelse av verktøyet

Det gis først en kort beskrivelse av hva verktøyet kan brukes til, deretter gis en kort beskrivelse av de resterende fanene.

### 4.2 Oversikt - Kommune

Her gis det en forenklet oversikt over beregninger på kommunenivå i tabell- og figurformat.

Man starter med å velge ønsket kommune fra menyen i denne fanen. Menyene inneholder alle norske kommuner. For data for hele landet velg «00 Hele landet». Svalbard er listet under fylker.

Velg din kommune her

3028 Enebakk

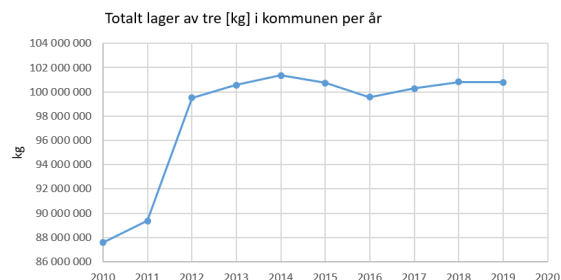
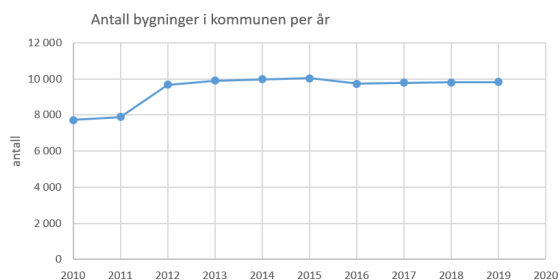
Når man har valgt kommune, genereres det en tabell som viser (per år): totalt antall bygninger, trebruk totalt i kilo, totalt lager av tre i kubikkmeter, totalt lager av karbon i tonn, totalt lager av karbon omregnet til CO<sub>2</sub> (tonn) samt netto årlig endring i CO<sub>2</sub> i kommunen tilbake til 2010.

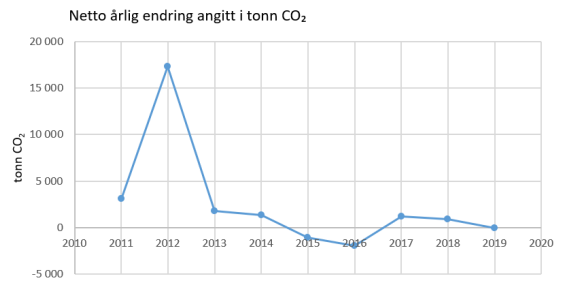
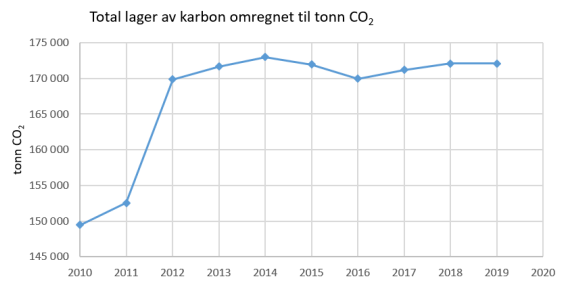
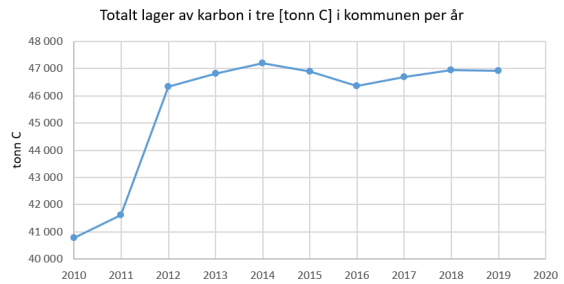
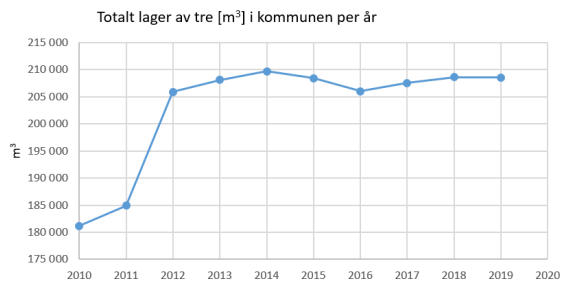
Eksempel:

Oversikt						
3028 Enebakk						
Oversikt over total trebruk i kommunen per år (summen av alle bygningskategorier).						
	Total bygningsmasse [antall]	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager karbon [t C]	Omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]	Årlig endring CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
2019	9 830	100 796 783	208 575	46 929	172 075	-19
2018	9 811	100 807 743	208 598	46 935	172 093	906
2017	9 786	100 277 100	207 500	46 687	171 187	1 222
2016	9 739	99 561 053	206 018	46 354	169 965	-1 979
2015	10 042	100 720 404	208 417	46 894	171 944	-1 068
2014	9 986	101 345 739	209 711	47 185	173 012	1 335
2013	9 902	100 563 548	208 093	46 821	171 676	1 800
2012	9 683	99 508 902	205 910	46 330	169 876	17 304
2011	7 888	89 372 900	184 936	41 611	152 572	3 084
2010	7 716	87 566 248	181 198	40 770	149 488	

Figurene under tabellen gjentar informasjonen i tabellen ved å illustrere (per år): totalt antall bygninger, trebruk totalt i kilo, totalt lager av tre i kubikkmeter, totalt lager av karbon i tonn, totalt lager av karbon omregnet til CO<sub>2</sub> (tonn) samt netto årlig endring i CO<sub>2</sub> i kommunen tilbake til 2010.

Eksempler:





### 4.3 Eksisterende bygg – Kommune

Det gis her en mer detaljert oversikt over beregninger på kommunenivå i tabell- og figurformat.

All tabell og figurnummerering under henviser til nummereringen i modellen.

Venstre del av fanen:

Øverst ligger en oversikt over innholdet i fanen.

Tabell 1 er en liste av tabeller som gir årlig oppsummering per bygningskategori i kommunen, siste år på toppen, første år er 2010 og er å finne nederst i listen av tabeller.

Eksempel:

År 2019

Tabell 1. Årlig oppsummering per bygningskategori i kommunen.

Bygningskategori	Kategori nr.	Sum kategori [antall]	Kategori årlig endring [antall]	Bo-/bruksareal per bygg [m <sup>2</sup> ]	Masse tre per areal [kg/m <sup>2</sup> ]**	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [m <sup>3</sup> ]	Årlig endring lager tre [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager karbon [t C]	Årlig endring lager karbon [t C]	Omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]	Årlig endring CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
Enebolig	11	2 833	5	187	72	38 098 691	78 836	140	17 738	31	85 040	115
Tomannsbolig	12	361	5	264	62	5 905 888	12 217	169	2 749	38	10 079	140
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13	262	-2	333	62	5 406 811	11 188	-85	2 517	-19	9 230	-70
Store boligbygg	14	20	1	2 079	11	457 433	947	47	213	11	781	39
Bygning for bofellesskap	15	5	0	1 827	11	100 485	208	0	47	0	172	0
Fritidsbolig*	16	1 050	0	80	75	6 300 000	13 036	99	2 933	22	10 755	82
Kole, seterhus og lignende*	17	23	0	28	40	25 760	53	0	12	0	44	0
Gårds- og uthus til bolig*	18	4 199	8	37	22	3 417 966	7 073	13	1 591	3	5 835	11
Annen boligtype*	19	18	0	86	40	61 920	128	0	29	0	106	0
Industri og lagerbygning*	2	885	-6	818	40	28 957 200	59 920	-406	13 482	-91	49 434	-335
Kontor- og forretningsbygning*	3	49	0	3 051	11	1 644 489	3 403	0	766	0	2 807	0
Samferdsels- og kommunikasjonsbygning*	4	10	0	1 027	40	410 800	850	0	191	0	701	0
Hotell- og restaurantbygning*	5	10	0	580	40	232 000	480	0	108	0	396	0
Kultur- og forskningsbygning*	6	74	0	877	40	2 595 920	5 372	0	1 209	0	4 432	0
Helsebygning*	7	38	0	4 504	40	6 846 080	14 166	0	3 187	0	11 687	0
Fengsel, beredskapsbygning mv.*	8	3	0	2 811	40	337 320	698	0	157	0	576	0
Sum:		9 830	11			100 796 783	208 575	-23	46 929	-5	172 075	-19

\* Bo/bruksareal regnes ut fra SSB statistikk på igangsatte boliger (antall og areal), kommunale tall. For de resterende bygningskategoriene er det gjennomsnitt fra tre referansekommuner som brukes som nasjonale verdier.  
\*\* Nasjonale anslag på mengde tre per areal (kg/m<sup>2</sup>). Kilde: "Trebasert karbonlagring i bygningsmasse. Metodokumentasjon"

Første kolonne lister bygningskategoriene med kategorinavn og kategorinummer SSB i hht NS 3457. I påfølgende koloner listes:

- Antall bygninger i bygningskategoriene i kommunen det gjeldene året (*Sum kategori [antall]*).
- Endringer i antall bygninger i bygningskategoriene i kommunen siden foregående år. (*Kategori årlig endring [antall]*)
- Gjennomsnittelig bo-/bruks areal for bygningskategoriene i kommunen angitt i kvadratmeter (*Bo-/bruksareal per bygg [m<sup>2</sup>]*).
- Trebruk i kommunen angitt som kg per kubikkmeter (*Masse tre per areal [kg/m<sup>2</sup>]*).
- Trebruk totalt i kommunen angitt som kg (*Trebruk totalt [kg]*).

- Totalt lager av tre i kommunen angitt som kubikkmeter (*Totalt lager tre [m<sup>3</sup>]*).
- Endring i total lager av tre i kommunen siden foregående år angitt i kubikkmeter (*Årlig endring lager tre [m<sup>3</sup>]*).
- Totalt lager av tre i kommunen angitt som tonn karbon (*Totalt lager karbon [t C]*).
- Endring i lageret av karbon i tre i kommunen siden foregående år angitt i tonn karbon (*Årlig endring lager karbon [t C]*).
- Totalt lager av karbon i tre i kommunen regnet om til tonn CO<sub>2</sub> (*Lager C omregnet til CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).
- Netto årlig endring i lageret av tre i kommunen regnet om til CO<sub>2</sub> siden foregående år angitt i tonn CO<sub>2</sub> (*Årlig endring CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).

Høyre del av fanen:

En oversiktstabell og figurer som illustrerer summen av alle bygninger i kommunen per år. Tabell 2 gir oversikt over total trebruk i kommunen per år (summen av alle bygningskategorier). Figurforklaringer samt de tilhørende kolonneoverskriftene i Tabell 2 er listet under.

Eksempel:

**Tabell 2:** Oversikt over total trebruk i kommunen per år (summen av alle bygningskategorier).

	Totalt antall bygninger [antall]	Endring i antall bygninger siste år [antall]	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager karbon [t C]	Endring i lager karbon siste år [t C]	Lager C omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]	Årlig endring CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
2019	9 830	11	100 796 783	208 575	46 929	-5	172 075	-19
2018	9 811	25	100 807 743	208 598	46 935	247	172 093	906
2017	9 786	47	100 277 100	207 500	46 687	333	171 187	1 222
2016	9 739	-295	99 561 053	206 018	46 354	-540	169 965	-1 979
2015	10 042	1	100 720 404	208 417	46 894	-291	171 944	-1 068
2014	9 986	88	101 345 739	209 711	47 185	364	173 012	1 335
2013	9 902	219	100 563 548	208 093	46 821	491	171 676	1 800
2012	9 683	1 795	99 508 902	205 910	46 330	4 719	169 876	17 304
2011	7 888	172	89 372 900	184 936	41 611	841	152 572	3 084
2010	7 716		87 566 248	181 198	40 770		149 488	

Figur 1: Antall bygninger i kommunen per år - enhet antall (*Totalt antall bygninger [antall]*).

Figur 2: Endring i antall bygninger i kommunen per år - enhet antall (*Endring i antall bygninger siste år [antall]*).

Figur 3: Totalt lager av tre i kommunen per år - enhet kilo (*Trebruk totalt [kg]*).

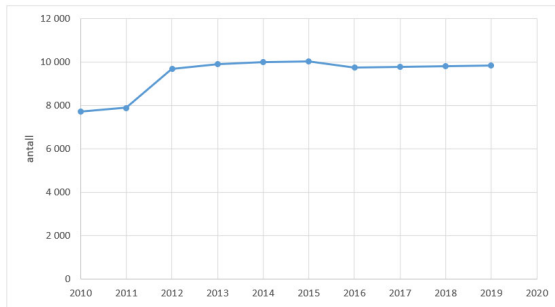
Figur 4: Totalt lager av tre i kommunen per år - enhet kubikkmeter (*Totalt lager tre [m<sup>3</sup>]*).

Figur 5: Totalt lager av karbon i tre i kommunen per år - enhet tonn karbon (*Totalt lager karbon [t C]*).

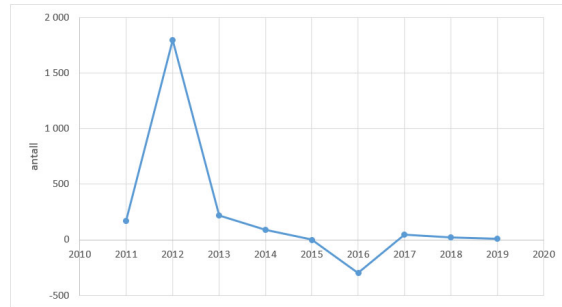
Figur 6: Netto årlig endring av karbon i tre i kommunen per år - enhet tonn karbon (*Endring i lager karbon siste år [t C]*).

Figur 7: Totalt lager av karbon i tre i kommunen per år omregnet til CO<sub>2</sub> - enhet tonn CO<sub>2</sub> (*Lager C omregnet til CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).

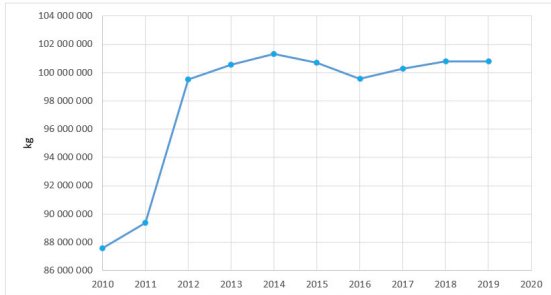
Figur 8: Netto årlig endring i lageret av karbon i tre i kommunen per år omregnet til CO<sub>2</sub> - enhet tonn CO<sub>2</sub> (*Årlig endring CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).



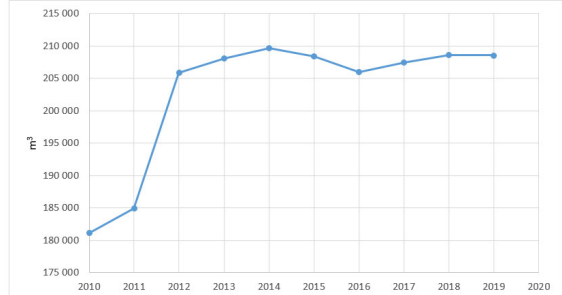
Figur 1: Antall bygninger i kommunen per år.



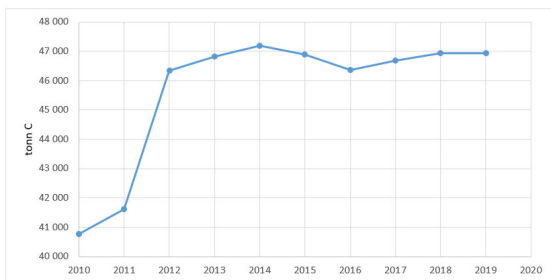
Figur 2: Endring i antall boliger i kommunen per år.



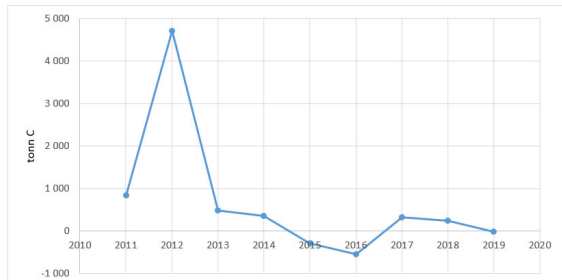
Figur 3: Totalt lager av tre [kg] i kommunen per år.



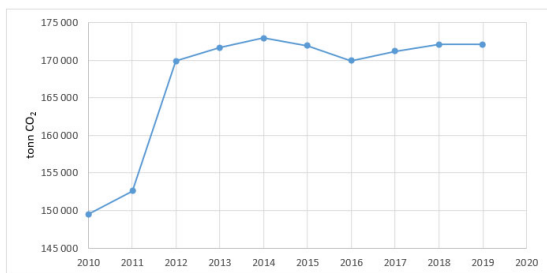
Figur 4: Totalt lager av tre [m³] i kommunen per år.



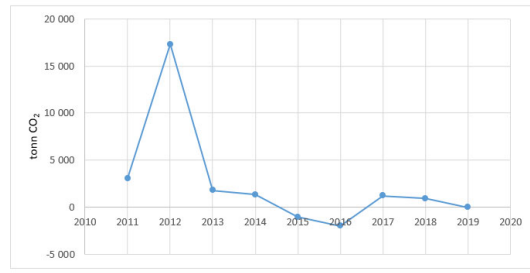
Figur 5: Totalt lager av karbon i tre [tonn karbon] i kommunen per år.



Figur 6: Netto årlig endring av karbon i tre [tonn karbon] i kommunen per år. Eventuelle negative verdier betyr tap fra lageret.



Figur 7: Totalt lager karbon per år omregnet til CO<sub>2</sub> [tonn CO<sub>2</sub>] i kommunen per år.



Figur 8: Netto årlig endring i CO<sub>2</sub> [tonn CO<sub>2</sub>] i kommunen per år. Eventuelle negative verdier betyr tap fra lageret.

## 4.4 Planlagte bygg - Kommune

Denne fanen henter inn data om kommunen som ble valgt i «Oversikt - Kommune» fanen. For å bytte kommune, må man gå tilbake til «Oversikt - Kommune» fanen.

Øverst en oversikt over innholdet i fanen.

Her kan man legge inn:

- Antall planlagte bygg for de ulike bygningskategoriene.

- Bo-/bruksareal for de ulike bygningskategoriene eller man kan velge å beholde verdiene basert på eksisterende bygninger (kommune data på boliger, bygningskategori 11-15/landsgjennomsnittet, bygningskategori 16-7). Det anbefales å legge inn egne verdier for å få et mer presist estimat.
- Andel massivtre, andel bindingsverk og andel stål/betong, eller man kan velge å beholde verdiene som ligger inne. Det anbefales å legge inn egne verdier for å få et mer presist estimat.

#### Eksempel:

- Enebakk kommune.
- 100 eneboliger i massivtre, endrer bo-bruksareal til 200 m<sup>2</sup>.
- 10 kultur og forskningsbygg, 5 i massivtre og 5 i bindingsverk, endrer bo-bruksareal til 1000 m<sup>2</sup>.

#### Datagrunnlag for prognose

Gule celler må fylles inn, oransje cellene anbefales det å endre til egne verdier for å få et mer presist estimat.

Materialandelene skal summeres opp til 100%. En eventuell overskridelse varsles med rødt til høyre i tabellen.

Kategorinavn	Kategori nr.	Planlagte bygg [antall]	Bo-/bruksareal per bygningstype [m <sup>2</sup> ]*	Aslått andel massivtre [%]**	Aslått andel bindingsverk [%]**	Aslått andel stål/betong [%]**	Sjekk %
Enebolig	11	100	200	100	0	0	100
Tomannsbolig	12		264	0	90	10	100
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13		333	0	90	10	100
Store boligbygg	14		2 079	0	40	60	100
Bygning for bofelleskap	15		1 827	0	40	60	100
Fritidsbolig	16		80	0	90	10	100
Industri og lagerbygning	2		818	0	5	95	100
Kontor- og forretningsbygning	3		3 051	0	30	70	100
Hotell- og restaurantbygning	5		580	0	25	75	100
Kultur- og forskningsbygning	6	10	1 000	50	50	0	100
Helsebygning	7		4 504	0	60	40	100
Sum		110					

\* Basert på kommunale data fra SSB (kategori 11-15) eller referansekommuner (kategori 16-7).

\*\* Basert på avrundede tall fra BYGGFAKTA "Mur, betong, stål og tre". Rapport oktober 2019.

#### Beregnet effekt

Tabell 3: Effekt av planlagte bygningsmasse, areal og materialvalg.

Kategorinavn	Kategori nr.	Kun planlagte bygg			
		Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager karbon [t C]	Lager C omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
Enebolig	11	362 000 000	749 074	168 542	617 986
Tomannsbolig	12	0	0	0	0
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13	0	0	0	0
Store boligbygg	14	0	0	0	0
Bygning for bofelleskap	15	0	0	0	0
Fritidsbolig	16	0	0	0	0
Industri og lagerbygning	2	0	0	0	0
Kontor- og forretningsbygning	3	0	0	0	0
Hotell- og restaurantbygning	5	0	0	0	0
Kultur- og forskningsbygning	6	100 500 000	207 961	46 791	171 568
Helsebygning	7	0	0	0	0
Sum:		462 500 000	957 035	215 333	789 554

#### Beregnet effekt

Tabell 4: Totaleffekt av planlagt og eksisterende bygningsmasse. Eksisterende bygningsmasse er årsgjennomsnitt av siste fem år (normal år i femårsperioden).

Kategorinavn	Kategori nr.	Planlagte bygninger + eksisterende bygningsmasse			
		Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager karbon [t C]	Lager C omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
Enebolig	11	399 923 246	827 548	186 198	682 727
Tomannsbolig	12	5 566 990	11 520	2 592	9 504
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13	5 394 429	11 163	2 512	9 209
Store boligbygg	14	420 838	871	196	718
Bygning for bofelleskap	15	108 524	225	51	185
Fritidsbolig	16	6 296 400	13 029	2 932	10 749
Industri og lagerbygning	2	29 061 904	60 137	13 531	49 613
Kontor- og forretningsbygning	3	1 624 352	3 361	756	2 773
Hotell- og restaurantbygning	5	264 480	547	123	452
Kultur- og forskningsbygning	6	103 032 776	213 202	47 970	175 892
Helsebygning	7	6 882 112	14 241	3 204	11 749
Sum:		558 576 051	1 155 842	260 065	953 570

#### Beregnet effekt

**Tabell 5:** Beregningsparametre - gjennomsnittlig trebruk siste fem år i kilo, nasjonale anslag for massivtre, bindingsverk og stål/betong i kilo per kvadratmeter samt hvor mye de valgte antall bygninger innenfor hver kategori utgjør i kilo.

Kategorinavn	Kategori nr.	Eksisterende bygningsmasse [kg]	Massivtre [kg/m <sup>2</sup> ]*	Tre i bindingsverk [kg/m <sup>2</sup> ]*	Tre i stål/betong [kg/m <sup>2</sup> ]*	Vekt av tre i ulike typer bygg		
						Massivtre [kg]	Bindingsverk [kg]	Stål og betong [kg]
Enebolig	11	37 923 246	181	69	28	362 000 000	0	0
Tomannsbolig	12	5 566 990	181	69	28	0	0	0
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13	5 394 429	220	83	34	0	0	0
Store boligbygg	14	420 838	142	95	38	0	0	0
Bygning for bofelleskap	15	108 524	142	95	38	0	0	0
Fritidsbolig	16	6 296 400	287	127	51	0	0	0
Industri og lagerbygning	2	29 061 904	147	8	8	0	0	0
Kontor- og forretningsbygning	3	1 624 352	135	81	10	0	0	0
Hotell- og restaurantbygning	5	264 480	150	51	11	0	0	0
Kultur- og forskningsbygning	6	2 532 776	150	51	11	75 000 000	25 500 000	0
Helsebygning	7	6 882 112	163	55	10	0	0	0
Sum:		96 076 051	1 898	784	267	437 000 000	25 500 000	0

\* Kilde: "Trebasert karbonlagring i bygningsmasse. Metodedokumentasjon"

## 4.5 Oversikt – Fylke

Det gis en forenklet oversikt over beregninger på fylkesnivå i tabell- og figurformat.

Alle fylkene ligger listet under i følgende rekkefølge: Viken, Oslo, Innlandet, Vestfold og Telemark, Agder, Rogaland, Vestland, Møre og Romsdal, Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark. Svalbard er listet nederst.

Tabellen viser (per år): totalt antall bygninger, trebruk totalt i kilo, totalt lager av tre angitt i kubikkmeter, totalt lager av karbon i tonn, totalt lager av karbon omregnet til CO<sub>2</sub> (tonn) samt netto årlig endring i CO<sub>2</sub> i fylket tilbake til 2010.

#### Eksempel:

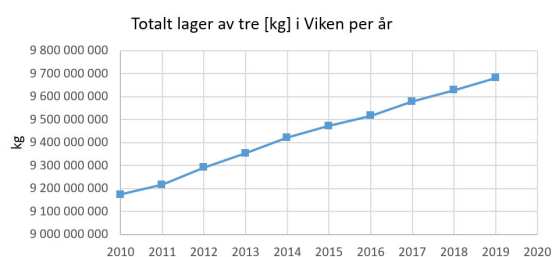
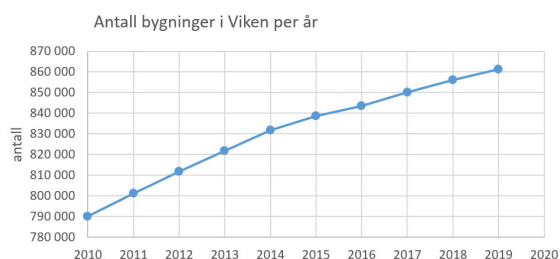
Oversikt over total trebruk i fylket per år (summen av alle bygningskategorier).

##### Viken

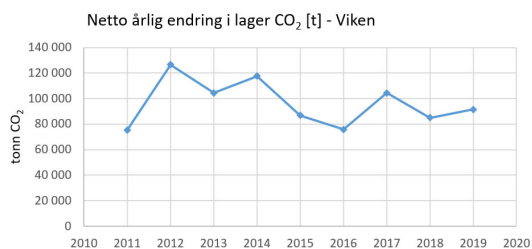
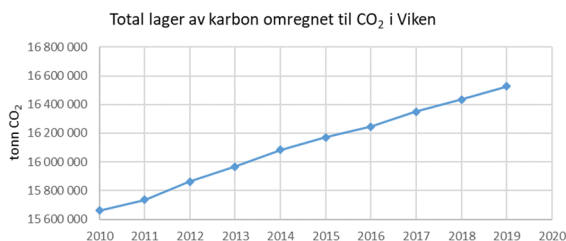
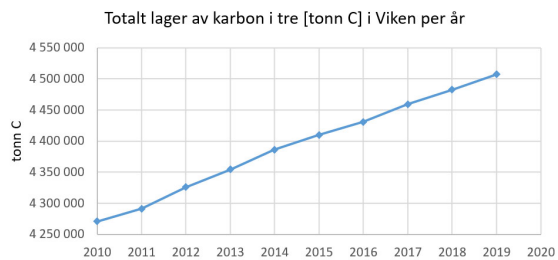
	Total bygningsmasse [antall]	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager C [t]	Omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]	Årlig endring CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
2019	861 303	9 681 234 268	20 033 047	4 507 436	16 527 264	91 361
2018	856 073	9 627 717 160	19 922 306	4 482 519	16 435 903	84 928
2017	850 221	9 577 968 518	19 819 363	4 459 357	16 350 975	104 518
2016	843 675	9 516 744 881	19 692 675	4 430 852	16 246 457	75 820
2015	838 610	9 472 331 486	19 600 772	4 410 174	16 170 637	86 703
2014	831 854	9 421 543 000	19 495 677	4 386 527	16 083 934	117 497
2013	821 950	9 352 716 406	19 353 257	4 354 483	15 966 437	104 469
2012	811 739	9 291 521 147	19 226 627	4 325 991	15 861 968	126 556
2011	801 265	9 217 387 892	19 073 226	4 291 476	15 735 411	75 089
2010	790 099	9 173 402 655	18 982 209	4 270 997	15 660 322	0

Figurene illustrerer (per år): totalt antall bygninger, trebruk totalt i kilo, totalt lager av tre angitt i kubikkmeter, totalt lager av karbon i tonn, totalt lager av karbon omregnet til CO<sub>2</sub> (tonn) samt netto årlig endring i CO<sub>2</sub> i fylket tilbake til 2010.

#### Eksempler:







## 4.6 Eksisterende bygg - Fylke

Det gis her en mer detaljert oversikt over beregninger på fylkesnivå i tabell- og figurformat.

I motsetning til kommunene så er alle fylkene listet opp og man trenger ikke velge fylke. De er listet i følgende rekkefølge: Viken, Oslo, Innlandet, Vestfold og Telemark, Agder, Rogaland, Vestland, Møre og Romsdal, Trøndelag, Troms og Finnmark. Svalbard er listet nederst.

Høyre del av fanen:

Øverst er det en oversikt over innholdet i fanen.

Tabell 6 er en liste av tabeller som gir årlig oppsummering per bygningskategori i fylket, siste år på toppen, første år er 2010 og er å finne nederst i listen av tabeller.

Eksempel:

Bygningskategori	Kategori nr.	Sum kategori [antall]	Kategori årlig endring [antall]	Bo-/bruksareal per bygg [m²]	Masse tre per areal [kg/m²]	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [m³]	Årlig endring lager tre [m³]	Totalt lager karbon [t C]	Årlig endring lager karbon [t C]	Lager C omregnet til CO₂ [t CO₂]	Årlig endring CO₂ [t CO₂]
Enebolig	11	253 024	1 291	166	72	3 029 921 301	6 268 885	31 986	1 410 499	7 197	5 171 830	26 588
Tomannsbolig	12	42 474	816	188	62	494 488 018	1 023 227	19 658	230 226	4 423	844 162	16 218
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13	46 023	1 254	316	62	900 856 170	1 864 070	50 791	419 416	11 428	1 537 857	41 902
Store boligbygg	14	6 941	298	1 149	11	87 756 730	181 592	7 796	40 858	1 754	149 813	6 432
Bygning for bedriftslekkap	15	790	28	1 126	11	9 781 619	20 241	717	4 554	161	16 699	592
Fritidsbolig	16	84 499	775	80	75	506 994 000	1 049 105	9 622	236 049	2 165	865 512	7 938
Koie, seterhus og lignende	17	5 734	-3	28	40	6 422 080	13 289	-7	2 990	-2	10 963	-6
Garasje og uthus til bolig	18	289 648	1 740	37	22	235 775 472	487 878	2 951	109 773	659	402 499	2 418
Annent boligtype	19	1 287	-22	86	40	4 422 280	9 161	-157	2 061	-35	7 558	-129
Industri og lagerbygning	2	101 575	-359	818	40	3 323 534 000	6 877 275	-24 307	1 547 387	-5 469	5 673 752	-20 053
Kontor- og forretningsbygning	3	7 371	-14	3 051	11	247 378 131	511 891	-972	115 176	-219	422 310	-802
Samferdsels- og kommunikasjonsbygning	4	2 096	42	1 027	40	86 105 680	178 171	3 570	40 089	803	146 991	2 945
Hotell- og restaurangbygning	5	4 172	-4	590	40	96 790 400	200 285	-192	45 064	-43	165 235	-158
Kultur- og forskningsbygning	6	8 503	6	877	40	298 285 240	617 231	436	138 877	98	509 216	359
Helsebygning	7	1 210	1	4 504	40	217 993 600	451 087	373	101 495	84	372 147	308
Fengsel, beredskapsbygning mv.	8	726	3	2 811	40	81 631 440	168 917	698	38 006	157	139 357	576
Sum:		856 073	5 852			9 627 717 160	19 922 306	102 943	4 482 519	23 162	16 435 903	84 928

Første kolonne lister bygningskategoriene med kategorinavn og kategorinummer SSB i hht NS 3457. I påfølgende koloner listes:

- Antall bygninger i bygningskategoriene i fylket det gjeldende året (*Sum kategori [antall]*).
- Endringer i antall bygninger i kategoriene i fylket siden foregående år (*Kategori årlig endring [antall]*).
- Gjennomsnittelig bo-/bruks areal for bygningskategoriene i fylket angitt i kvadratmeter (*Bo-/bruksareal per bygg [m²]*).
- Trebruk i fylket angitt som kg per kubikkmeter (*Masse tre per areal [kg/m²]*).
- Trebruk totalt i fylket angitt som kg (*Trebruk totalt [kg]*).
- Totalt lager av tre i fylket angitt som kubikkmeter (*Totalt lager tre [m³]*).

- Endring i total lager av tre siden foregående år angitt i kubikkmeter (*Årlig endring lager tre [m<sup>3</sup>]*).
- Totalt lager av tre i fylket angitt som tonn karbon (*Totalt lager karbon [t C]*).
- Endring i lageret av karbon i tre i fylket siden foregående år angitt i tonn karbon (*Årlig endring lager karbon [t C]*).
- Totalt lager av karbon i tre i fylket regnet om til tonn CO<sub>2</sub> (*Lager C omregnet til CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).
- Netto årlig endring i lageret av karbon i tre i kommunen regnet om til CO<sub>2</sub> siden foregående år angitt i tonn CO<sub>2</sub> (*Årlig endring CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).

Høyre del av fanen:

En oversiktstabell og figurer som illustrerer summen av alle bygninger i kommunen per år. Tabell 7 gir oversikt over total trebruk i fylket per år (summen av alle bygningskategorier). Figurforklaringene samt de tilhørende kolonneoverskriftene i Tabell 7 er listet under.

Eksempel:

Tabell 7: Oversikt over total trebruk i Viken per år (summen av alle bygningskategorier).

	Totalt bygningsmasse [antall]	Endring siste år [antall]	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager [m <sup>3</sup> ]	Endring i lager siste år [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager C [t]	Endring lager siste år C [t]	C lager omregnet til CO <sub>2</sub> [t]	
								CO <sub>2</sub>	Årlig endring CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
2019	861 303	5 230	9 681 234 268	20 039 047	110 741	4 507 436	24 917	16 527 264	91 361
2018	856 073	5 852	9 627 717 160	19 922 306	102 943	4 482 519	23 162	16 435 903	84 928
2017	850 221	6 546	9 577 968 518	19 819 363	126 688	4 459 357	28 505	16 350 975	104 518
2016	843 675	5 065	9 516 744 881	19 692 675	91 903	4 430 852	20 678	16 246 457	75 820
2015	838 610	6 756	9 472 331 486	19 600 772	105 095	4 410 174	23 646	16 170 637	86 703
2014	831 854	9 904	9 421 543 000	19 495 677	142 421	4 386 527	32 045	16 088 934	117 497
2013	821 950	10 211	9 352 716 406	19 353 257	126 629	4 354 483	28 492	15 966 437	104 469
2012	811 739	10 474	9 291 521 147	19 226 627	153 401	4 325 991	34 515	15 861 968	126 556
2011	801 265	11 166	9 217 387 892	19 073 226	91 017	4 291 476	20 479	15 735 411	75 089
2010	790 099		9 178 402 655	18 982 209		4 270 997		15 660 322	

Figur 9: Antall bygninger i fylket per år - enhet antall (*Totalt antall bygninger [antall]*).

Figur 10: Endring i antall bygninger i fylket per år - enhet antall (*Endring i antall bygninger siste år [antall]*).

Figur 11: Totalt lager av tre i fylket per år - enhet kg (*Trebruk totalt [kg]*).

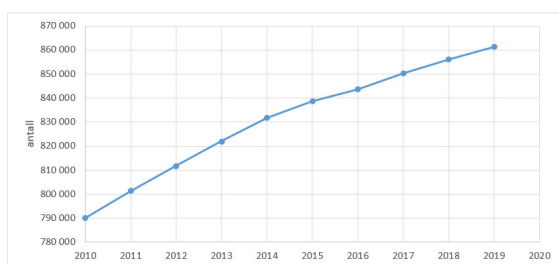
Figur 12: Totalt lager av tre i fylket per år - enhet m<sup>3</sup> (*Totalt lager tre [m<sup>3</sup>]*).

Figur 13: Totalt lager av tre i fylket per år - enhet tonn karbon (*Totalt lager karbon [t C]*).

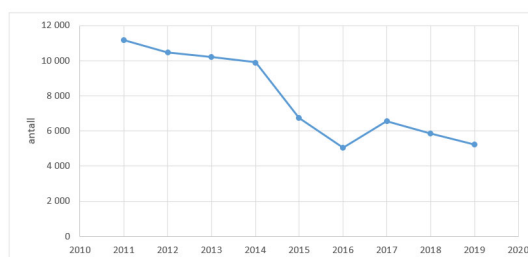
Figur 14: Netto årlig endring av karbon i tre i fylket per år - enhet tonn karbon (*Endring i lager karbon siste år [t C]*).

Figur 15: Totalt lager av karbon i tre i fylket per år omregnet til CO<sub>2</sub> - enhet tonn CO<sub>2</sub> (*Lager C omregnet til CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).

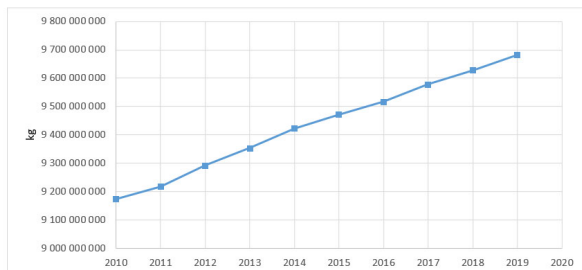
Figur 16: Netto årlig endring i lageret av karbon i tre i fylket per år omregnet til CO<sub>2</sub> - enhet tonn CO<sub>2</sub> (*Årlig endring CO<sub>2</sub> [t CO<sub>2</sub>]*).



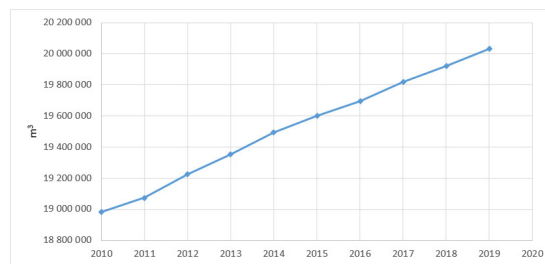
Figur 9: Antall bygninger i Viken per år.



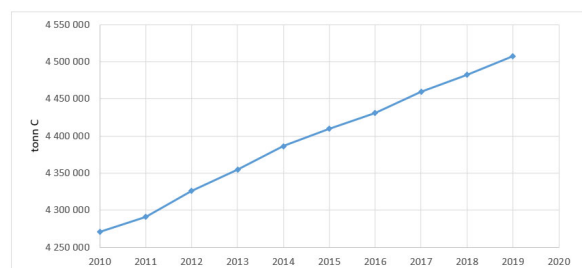
Figur 10: Endring i antall bygninger i Viken per år.



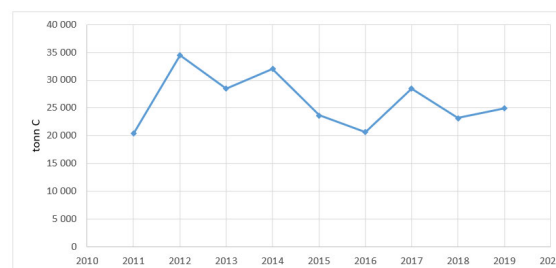
Figur 11: Totalt lager av tre [kg] i Viken per år.



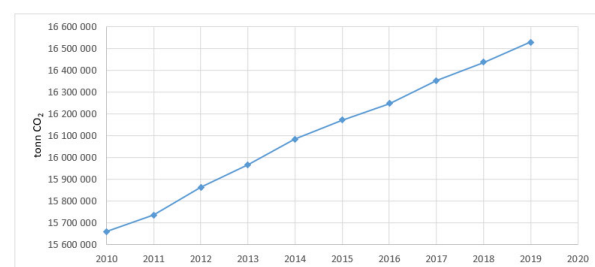
Figur 12: Totalt lager av tre [m³] i Viken per år.



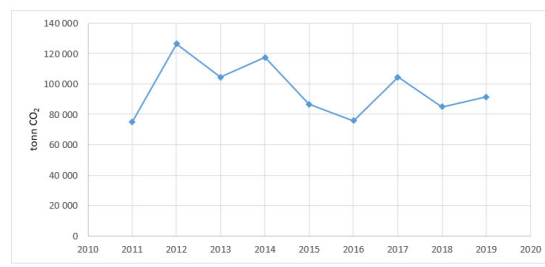
Figur 13: Totalt lager av karbon i tre [tonn karbon] i Viken per år.



Figur 14: Netto årlig endring av karbon i tre [tonn karbon] i Viken per år. Negative verdier betyr tap fra lageret.



Figur 15: Totalt lager karbon grunnet trebruk i fylket per år omregnet til CO₂ [tonn CO₂].



Figur 16: Netto årlig endring i CO₂ [tonn CO₂] grunnet trebruk i fylket per år. Eventuelle negative verdier betyr tap fra lageret.

## 4.7 Planlagte bygg – Fylke

Øverst ligger er det en oversikt over innholdet i fanen.

I tabellen kan man legge inn:

- Antall planlagte bygg for de ulike bygningskategoriene.
- Bo-/bruksareal for de ulike bygningskategoriene eller man kan velge å beholde verdiene fra landsgjennomsnittet av eksisterende bygninger. Det anbefales å legge inn egne verdier for å få et mer presist estimat.
- Andel massivtre, andel bindingsverk og andel stål/betong, eller man kan velge å beholde verdiene som ligger inne. Det anbefales å legge inn egne verdier for å få et mer presist estimat.

Eksempel:

- Viken fylke.
- 1000 eneboliger i massivtre, endrer bo-bruksareal til 200 m².
- 100 kultur og forskningsbygg, 50 i massivtre og 50 i bindingsverk, endrer bo-bruksareal til 1000 m².

### Datagrunnlag for prognose

Gule celler må fylles inn, oransje cellene anbefales det å endre til egne verdier om mulig. Materialfordeling basert på BYGGFAKTA "Mur, betong, stål og tre". Materialandelen skal summeres opp til 100%. En eventuell overskridelse varsles med rødt til høyre i tabellen.

Kategori nr.	Planlagte bygg [antall]	Bo-/bruksareal per bygningstype [m <sup>2</sup> ]*	Aslått andel massivtre [%]**	Aslått andel bindingsverk [%]**	Aslått andel stål/betong [%]**	Sjekk %
Enebolig	11	1 000	200	100	0	100
Tomannsbolig	12		188	0	90	100
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13		316	0	90	100
Store boligbygg	14		1 149	0	40	100
Bygning for bofelleskap	15		1 126	0	40	100
Fritidsbolig	16		80	0	90	100
Industri og lagerbygning	2		818	0	5	100
Kontor- og forretningsbygning	3		3 051	0	30	100
Hotell- og restaurantbygning	5		580	0	25	100
Kultur- og forskningsbygning	6	100	1 000	50	50	100
Helsebygning	7		4 504	0	60	100
Sum	1 100					

\* Basert på kommune data fra SSB (kategori 11-15) eller nasjonale tall fra referansekommuner (kategori 16-7).  
 \*\*Basert på avrundede tall fra BYGGFAKTA "Mur, betong, stål og tre". Rapport oktober 2019.

### Beregnet effekt

Tabell 7: Lagringseffekt for planlagte bygninger.

Kategori nr.	Kun planlagte bygg			
	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [m <sup>3</sup> ]	Totalt lager karbon [t C]	C lager omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
Enebolig	3 009 943 696	6 228 374	1 401 384	5 138 408
Tomannsbolig	0	0	0	0
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	0	0	0	0
Store boligbygg	0	0	0	0
Bygning for bofelleskap	0	0	0	0
Fritidsbolig	0	0	0	0
Industri og lagerbygning	0	0	0	0
Kontor- og forretningsbygning	0	0	0	0
Hotell- og restaurantbygning	0	0	0	0
Kultur- og forskningsbygning	881 385 000	1 823 820	410 359	1 504 651
Helsebygning	0	0	0	0
Sum:	3 891 328 696	8 052 194	1 811 744	6 643 060

### Beregnet effekt

Tabell 8: Lagringseffekt for planlagte bygninger + eksisterende bygningsmasse (gjennomsnittlig siste fem år).

Kategori nr.	Planlagte bygninger + eksisterende bygningsmasse			
	Trebruk totalt [kg]	Totalt lager tre [kg]	Totalt lager karbon [t C]	C lager omregnet til CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
Enebolig	6 023 344 205	12 463 900	2 804 378	10 282 718
Tomannsbolig	485 199 923	1 004 008	225 902	828 306
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	877 265 631	1 815 296	408 442	1 497 619
Store boligbygg	84 153 406	174 136	39 181	143 662
Bygning for bofelleskap	9 543 888	19 749	4 443	16 293
Fritidsbolig	502 891 200	1 040 616	234 139	858 508
Industri og lagerbygning	3 333 971 680	6 898 874	1 552 247	5 691 571
Kontor- og forretningsbygning	247 653 331	512 461	115 304	422 780
Hotell- og restaurantbygning	96 535 200	199 757	44 945	164 800
Kultur- og forskningsbygning	1 178 147 768	2 437 901	548 528	2 011 268
Helsebygning	217 705 344	450 490	101 360	371 654
Sum:	13 056 411 576	27 017 187	6 078 867	22 289 179

### Beregnet effekt

Tabell 9: Beregningsparametre - eksisterende bygningsmasse (gjennomsnittlig trebruk siste fem år) i kilo, nasjonale estimat for massivtre, bindingsverk og stål/betong i kilo per kvadratmeter samt hvor mye de valgte antall bygninger innenfor hver kategori utgjør i kilo.

Kategori nr.	Eksisterende bygningsmasse [kg]	Massivtre [kg/m <sup>2</sup> ]*	Tre i bindingsverk [kg/m <sup>2</sup> ]*	Tre i stål/betong [kg/m <sup>2</sup> ]*	Vekt av tre i planlagte bygg		
					Massivtre [kg]	Bindingsverk [kg]	Stål/betong [kg]
Enebolig	3 013 400 509	181	69	28	3 009 943 696	0	0
Tomannsbolig	485 199 923	181	69	28	0	0	0
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	877 265 631	220	83	34	0	0	0
Store boligbygg	84 153 406	142	95	38	0	0	0
Bygning for bofelleskap	9 543 888	142	95	38	0	0	0
Fritidsbolig	502 891 200	287	127	51	0	0	0
Industri og lagerbygning	3 333 971 680	147	8	8	0	0	0
Kontor- og forretningsbygning	247 653 331	135	81	10	0	0	0
Hotell- og restaurantbygning	96 535 200	150	51	11	0	0	0
Kultur- og forskningsbygning	296 762 768	150	51	11	657 750 000	223 635 000	0
Helsebygning	217 705 344	163	55	10	0	0	0
Sum:	9 165 082 880				0	0	0

\* Kilde: "Trebasert karbonlagring i bygningsmasse. Metodedokumentasjon"

# Etterord

Vi ønsker å takke de følgende for hjelp til dette prosjektet:

Mona Takle og John Egil Bjørke ved SSB for hjelp og diskusjoner rundt bygningsstatistikken.

Tredriverne Per Arild Aasheim og Bjørn Lier for gode diskusjoner, nettverksbygging og utprøving av modellen.

Kjetil Fadnes ved avdeling Landbrukskart ved NIBIO for hjelp til å finne egnede data fra eksempelkommuner på bo-/bruksareal.

# Litteraturreferanser

- Bache-Andreassen, L. 2009. Harvested wood products in the context of climate change. A comparison of different models and approaches for the Norwegian greenhouse gas inventory. Statistisk sentralbyrå. Reports 2009/12. ISBN 978-82-537-7564-7 Electronic version
- Bergseng, E., Alfredsen, G., Dibdiakova, J., Gobakken, L. R., Gjerde, I., Granhus, A. & Søgård, G. 2016. Skogen som ressurs. Praktisk økonomi & finans Vol. 32, 3/2016.
- BYGGFAKTA 2019. Mur, betong, stål og tre. Rapport oktober 2019.
- Flugsrud, K., Hoem, B., Kvingedal, E. & Rypdal, K. 2001 Estimating the net emissions of CO<sub>2</sub> from harvested wood products; A comparison between different approaches. SFT Report 1831:2001.
- IPCC 2014. 2013. Revised supplementary methods and good practice guidance arising from the Kyoto Protocol. Hayama/Japan: IPCC, pp 109-134.
- Kjelseth Wiik, M, Selvig, E., Fuglseth, M., Resch, E., Lausset, C., Andresen, I., Brattebø, H. & Hahn, U. 2020. Klimagasskrav til materialbruk i bygninger. Utvikling av grunnlag for å sette absolutte krav til klimagassutslipp fra materialbruk i norske bygninger. ZEN REPORT No. 24 – 2020. ISBN 978-82-536-1664-3
- Klima- og Forurensningsdirektoratet 2011. Skog som biomasseressurs. TA 2762
- NIR 2020. Greenhouse Gas Emissions 1990-2018, National Inventory Report. Oslo: The Norwegian Environment Agency 2019, M-1643.
- NS 3457 2013. Klassifikasjon av byggverk - Del 3: Bygningstyper. Standard Norge.
- NS 3940 2012. Areal- og volumberegninger av bygninger. Standard Norge.
- SSB 2019. Antall bygg etter bygningstype. <https://www.ssb.no/boligstat>
- Thommassen, A., & Jensen, R. 1998. Kvadratmeterpriser for skolebygg. Rapporter 98/9, Statistisk sentralbyrå, Oslo-Kongsvinger.

# Vedlegg

Vedlegg 1. Oversikt over type bygninger, byggkode, kategorinavn og kategorinummer for alle bygningene som innhentes årlig fra SSB. Basert på NS 3457 og Føringsinstruks for matrikkelen. For hver av bygningstypene finnes det data for antall bygg innen kategorien fra hver kommune

Kategorinavn	Kategori nr.	Bygningstype
Enebolig	11	111 Enebolig 112 Enebolig m/hybel/sokkelleil 113 Våningsshus
Tomannsbolig	12	121 Del av tomannsbolig-vertikal 122 Tomannsbolig,horisontaldelt 123 Del av våningtomannsb/vert 124 Våningsh tomannsb/horisont
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	13	131 Del av rekkehm/3-4 boliger 133 Del av kjede/atrhinnt4 bol 135 Terrassehus 136 Andre småhusmed 3-4 boliger
Store boligbygg	14	141 Stort frittligbygg på 2 etasjer 142 Stort frittligbygg på 3 og 4 etasjer 143 Stort frittligbygg på 5 -> etasjer 144 Stort sammenhboligbyggpå 2 etasjer 145 Stort sammenhboligbyggpå 3 og 4 etasjer 146 Stort sammenhboligbyggpå 5 -> etasjer
Bygning for bofelleskap	15	151 Bo- og servicesenter 152 Studenthjem/studentboliger 159 Annen bygningfor bofelleskap/1
Fritidsbolig	16	161 Fritidsbygg(hytter,sommerh og lignende 162 Helårsb benyttes som fritidsb 163 Våningh benyttes som fritidsb
Koie, seterhus og lignende	17	171 Seterhus, sel,rorbu og lignende 172 Skogs- og utmarkskoie,gamme
Garasje og uthus til bolig	18	181 Garasje, uthusanneks til bolig 182 Garasje, uthanneks til fritidb 183 Naust, båthus,sjøbu
Annen boligtype	19	193 Boligbrakker 199 Annen boligb(Ekssekundærbolig reindr)
Industri og lagerbygning	2	211 Fabrikkbygning 212 Verkstedbygning 214 Bygning forrenseanlegg 216 Bygn for vannforsbla pumpestasjon 219 Annen industribygning/1 221 Kraftstasjon(> 15 000 kVA) 223 Transformatorstasj(>10000kVA 229 Annen energiforsyningsbygning/1



		231 Lagerhall
		232 Kjøle- og fryselager
		233 Silobygning
		239 Annen lagerbygning/1
		241 Hus for dyr/landbrlager/silo
		243 Veksthus
		244 Driftsb fiske/fangst/oppdr
		245 Naust/redskapshusfor fiske
		248 Annen fiskeri-og fangstbygn
		249 Annen landbruksbygning
Kontor- og forretningsbygning	3	311 Kontor- ogadmbygning, rådhus
		312 Bankbygning,posthus
		313 Radio og TV-hus
		319 Annen kontorbygning/1
		321 Kjøpesenter,varehus
		322 Butikk/forretningsbygning
		323 Bensinstasjon
		329 Annen forretningsbygning/1
		330 Messe- og kongressbygning
Samferdsels- og kommunikasjonsbygning	4	411 Ekspbygnflyterm kontrtårn
		412 Jernbane- ogT-banestasjon
		415 Godsterminal
		416 Postterminal
		419 Annen ekspog terminalbygning/1
		429 Annen telekommunikasjonsbygn/1
		431 Parkeringshus
		439 Annen garasje-/hangarbygning/1
		441 Biltilsynsbygning
		449 Annen veg-ogbiltilsynsbygning
Hotell- og restaurantbygning	5	511 Hotellbygning
		512 Motellbygning
		519 Annen hotellbygning/1
		521 Hospits, pensjonat
		522 Vandre-feriehjem,turisthytte
		523 Appartement
		524 Camping- /utleiehytte
		529 Annen bygningfor overnatting /1
		531 Restaurantbygning,kafébygning
		532 Sentralkjøkken,kantinebygning
		533 Gatekjøkken,kioskbygning
		539 Annen restaurantbygning/1
Kultur- og forskningsbygning	6	611 Lekepark
		612 Barnehage
		613 Barneskole
		614 Ungdomsskole
		615 Kombinert barne-og ungdomsskole

		616 Videregående skole
		619 Annen skolebygning/1
		621 Univ/høgskolem/auditorleses
		623 Laboratoriebygning
		629 Annen universitet/høgskolebygning/1
		641 Museum, kunstgalleri
		642 Bibliotek, mediatek
		643 Zoologisk/botanisk hage (byg)
		649 Annen museum/biblioteksbygning/1
		651 Idrettshall
		652 Ishall
		653 Svømmehall
		654 Tribune og idrettsgarderobe
		655 Helsestudio
		659 Annen idrettsbygning/1
		661 Kino/teater/opera/konsertbygning
		662 Samfunnshus, grendehus
		663 Diskotek
		669 Annet kulturhus/1
		671 Kirke, kapell
		672 Bedehus, menighetshus
		673 Kremat, gravkapell, bårehus
		674 Synagoge, moske
		675 Kloster
		679 Annen bygn for religiøs akt/1
Helsebygning	7	719 Annet sykehus/1
		721 Sykehjem
		722 Bo- og behandlingssenter, aldershjem
		723 Rehabiliteringsinstitusjon, kurbad
		729 Annet sykehjem/1
		731 Klinik, legekontor/legesenter
		732 Helse-/sosialhelsestasjon
		739 Annen primærhelsebygning/1
Fengsel, beredskapsbygning mv.	8	819 Annen fengselsbygning/1
		821 Politistasjon
		822 Brannstasjon, ambulansestasjon
		823 Fyrstasjon, losstasjon
		824 Stasjon for radarovav fly-/skipstrafikk
		825 Tilfluktsrom/bunker
		829 Annen beredskapsbygning/1
		830 Monument (ny)
		840 Offentlig toalett

Nøkkelord:	karbonlagring, CO2, treprodukter, kommune, fylke
Key words:	carbon storage, CO2, municipality, county
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	Betaversjon av modellen ligger tilgjengelig på <a href="https://www.miljodirektoratet.no/">https://www.miljodirektoratet.no/</a>

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.